

رقم الترتيب:

قسم الفيزياء

رقم التسلسل:

مذكرة تخرج مقدمة لنيل شهادة

## ماستر أكاديمي

مجال: علوم المادة

تخصص: فيزياء اشعاعات

من إعداد الطلبة: لبيهي عبد الوهاب \* بن عمر محمد أسامة

الموضوع

### أثر المعالجة الحرارية على تركيب رمال كثبان وادي

أمام اللجنة المناقشة المكونة من الأساتذة:

رئيسا	جامعة الوادي	أستاذ تعليم عال	زروال صورية
مناقشا	جامعة الوادي	أستاذ محاضر - أ -	غوقالي مبروك
مؤطرا	جامعة الوادي	أستاذ محاضر - ب -	ريحية غاني

-المذكرة انجزت بمخبر استغلال وتثمين المصادر الطاقوية الصحراوية-

2023/2024

# الإهداء

إلى أكبر معاني الحب والعطاء والحنان والتضحية ----- "أمي الحنونة"

إلى سندي بعد المولى عزوجل الصديق والحبیب ----- "أبي العزيز"

----- اسأل الله العلي القدير أن يمدهما بالصحة والعافية ويطيل في عمرهما-----

إلى من سببا في هذا الإنجاز وكان نعم الناصح والمعین ----- "روح أخي الطاهرة"

إلى كل إخوتي وأخواتي وأصدقائي

إلى عائلتي ---زوجتي الحبيبة وبناتي الغاليات

إلى كل من جاد علينا ولو بحرف في سبيل طلب العلم

أهدي ثمرة جهدي هذا راجينا من المولى عزوجل أن تلقى القبول والرضا.

لبيهي عبد الوهاب

إلى أعلى ما أملك في هذه الدنيا إلى من وضعت تحت قدميها الجنان .....أمي الحبيبة.

إلى سندي بعد المولى عزوجل الصديق والحبیب .....أبي العزيز.

إلى عائلتي .....زوجتي الغالية وابني الغالي .

إلى من ساعدوني في تحقيق مرادي .....إخوتي وأخواتي.

إلى من برقتهم حققت نجاحاتي .....أصدقائي.

إلى الذين مهدوا لي طريق العلم والمعرفة ولم يتوانوا في مد يد العون لي ..... أساتذتي الأفاضل.

أهدي هذا العمل المتواضع. سائلا الله عز وجل أن يجعل هذا العمل نبراسا لكل طالب علم.

بن عمر محمد أسامة

# شكر وعرفان

الحمد لله السميع العليم ذو العزة والكرم والفضل العظيم وصل الله وسلم على أشرف الخلق والمرسلين  
نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد فمصداقا لقوله تعالى:

" والله أخرجكم من بطون أمهاتكم لا تعلمون شيئا وجعل لكم السمع والأبصار والأفئدة لعلكم  
تشكرون". وقوله تعالى " ولئن شكرتم لأزيدنكم ".

نحمد الله كثيرا على النعم التي من بها علينا وأغدق علينا برزقه الذي لا يفنى، واقتداء بقول رسولنا الكريم  
من لم يشكر الناس لا يشكره الله، من صنع إليكم معروفا فكافئوه، فإن لم تجدوا ما تكافئوه فادعوا له حتى تروا  
أنكم قد كافأتموه " وعملا بهذا الحديث واعترافا بالجميل، نحمد الله ونشكره على أن وفقنا لإتمام هذا العمل  
المتواضع.

يطيب لنا أن نتقدم ببالغ الشكر والتقدير للأستاذ الدكتور المشرف "ريحية غاني" على اقتراحه موضوع  
البحث، وما بذله من جهد وتعب خلال مدة الإشراف فله منا كل التقدير والاحترام.  
كما أتقدم بالشكر إلى الأستاذ " غوقالي مبروك " لقبوله مناقشة المذكرة والأستاذة " زروال صورية " على  
قبولها ترأس لجنة المناقشة.

ونتوجه بالشكر والتقدير إلى كل أساتذتنا الأفاضل الذين درسونا خلال ثانية ماستر بجامعة الشهيد حمه  
الخير كلية علوم دقيقة. كما أتقدم بالشكر للمهندس قدة عثمان لسهره على الأمور التنظيمية للمخبر.

**الفهرس :**

I..... الإهداء

II ..... شكر و عرفان

III ..... الفهرس

VI ..... قائمة الأشكال

VIII ..... قائمة الجداول

2..... مقدمة عامة

**الفصل I عموميات حول الرمل**

6 ..... تمهيد

6 ..... 1.I. تواجد الرمل في الجزائر.....

7 ..... 2.I. تعريف الرمل

8 ..... 3.I. الكتبان الرملية

8 ..... 1.3.I. أصل تشكل الكتبان الرملية

8 ..... 2.3.I. أنواع الكتبان الرملية

9 ..... 3.3.I. أشكال الكتبان الرملية

11 ..... 4.3.I. المكونات الرئيسية للكتبان الرملية

11 ..... 1.4.3.I. الكوارتز

11 ..... 1.1.4.3.I. الخصائص الفيزيائية للكوارتز

12 ..... 2.1.4.3.I. البنية البلورية للكوارتز

13 ..... 3.1.4.3.I. الخواص الفيزيائية للكوارتز

13 ..... 4.1.4.3.I. استخدامات الكوارتز

14 ..... 2.4.3.I. الجبس

14 ..... 3.4.3.I. الحجر الكلسي

15 ..... 4.I. خصائص الرمال

15 ..... 1.4.I. الخصائص الفيزيائية

18 ..... 2.4.I. الخصائص الكيميائية

## الفصل II: الوسائل والطرق التجريبية المستعملة

تمهيد.....	20
1. II جمع وتحضير العينات.....	20
2. II تقنية انعراج الأشعة السينية.....	22
1. 2. II مبدأ انعراج الأشعة السينية.....	23
2. 2. II قانون براغ.....	23
3. 2. II توليد الأشعة السينية.....	24
4. 2. II خصائص الأشعة السينية.....	24
5. 2. II تطبيقات الأشعة السينية.....	25
6. 2. II جهاز الإنعراج الآلي.....	25
7. 2. II تحضير العينة لإجراء قياس بواسطة انعراج الأشعة السينية.....	26
8. 2. II برامج تحليل المعطيات.....	26
3. II الأشعة تحت الحمراء FTIR.....	28
3.1. II مصادر الأشعة تحت الحمراء.....	28
3.2. II مبدأ مطيافية الأشعة تحت الحمراء.....	28
3.3. II مبدأ عمل تقنية FTIR.....	29
4.1. II مطيافية تشتت الطاقة بالأشعة السينية.....	30
4.2. II مبدأ عمل مطيافية تشتت الطاقة بالأشعة السينية.....	30

## الفصل III : دراسة النتائج وتحليلها

تمهيد	34
III. 1. مناقشة النتائج المتحصل عليها بالأشعة السينية DRX	34
III. 1.1. النتائج المتحصل عليها بالأشعة السينية لعينة الرمل دون تسخين	34
III. 2.1. مقارنة بين مخططات انعراج الأشعة السينية للعينات المسخنة المدروسة	35
III. 3.1. النتائج المتحصل عليها بالأشعة السينية لعينة الرمل المسخنة بالدرجة 100C°	37
III. 4.1. النتائج المتحصل عليها بالأشعة السينية لعينة الرمل المسخنة بالدرجة 300C°	37
III. 5.1. النتائج المتحصل عليها بالأشعة السينية لعينة الرمل المسخنة بالدرجة 500C°	38
III. 6.1. النتائج المتحصل عليها بالأشعة السينية لعينة الرمل المسخنة بالدرجة 700C°	39
III. 7.1. النتائج المتحصل عليها بالأشعة السينية لعينة الرمل المسخنة بالدرجة 900C°	40
III. 2. مناقشة نتائج مطيافية الامتصاص بالأشعة الحمراء	40
III. 3. التحليل الطيفي للأشعة السينية المشتتة للطاقة	43
خلاصة عامة	46
قائمة المصادر والمراجع	49
الملخص	55

## قائمة الاشكال

### الفصل I: عموميات حول الرمل

- الشكل 1.I : العرق الشرقي الكبير والعرق الغربي الكبير بالجزائر.....7
- الشكل 2.I : صورة لرمال منطقة عراير بالبيضاة الوادي.....8
- الشكل 3.I : صورة الكثبان الرملية الهلالية.....9
- الشكل 4.I : صورة الكثبان الرملية الطولية.....9
- الشكل 5.I : صورة الكثبان الرملية العرضية.....10
- الشكل 6.I : صورة الكثبان الرملية النجمية.....10
- الشكل 7.I : صورة لحجر الكوارتز.....11
- الشكل 8.I : البنية البلورية  
SiO4.....12
- الشكل 9.I : صورة لحجر الجبس.....14
- الشكل 10.I : صورة للحجر الكلسي النقي.....15
- الشكل 11.I : تقسيم حبيبات التربة الصلبة حسب النظام السوفياتي الخاص بالقواعد الأساسية.....16
- الشكل 12.I : تقسيم حبيبات التربة الصلبة حسب نظام التصنيف الأمريكي للتربة.....16
- الشكل 13.I : أشكال الحبيبات من حيث التكوير و الإستدارة.....17

### الفصل II: الوسائل و الطرق التجريبية المستعملة

- الشكل 1.II : موقع مدينة البيضاة وصورة كثيب محل الدراسة.....20
- الشكل 2.II : جهاز الطحن الميكانيكي المستعمل.....21
- الشكل 3.II : الفرن الكهربائي المستعمل للتسخين و الأواني الخزفية.....21
- الشكل 4.II : العينات محفوظة في علب بلاستيكية.....22

- الشكل II.5 : المخطط إنعراج الأشعة السينية.....23
- الشكل II.6 : مخطط الوظيفي لجهاز الانعراج الالي.....25
- الشكل II.7 : جهاز الإنعراج الآلي من نوع PROTO Benchbop.....26
- الشكل II.8 : واجهة برنامج Origine Pro.....27
- الشكل II.9 : واجهة برنامج High Score Plus.....27
- الشكل II.10 : مبدا عمل جهاز الأشعة تحت الحمراء (FTIR).....29
- الشكل II.11 : جهاز الأشعة تحت الحمراء المستخدم في الدراسة.....30
- الشكل II-12: نموذج ذري لتوضيح تكوّن الأشعة السينية المشتتة للطاقة.....31
- الشكل II-13:جهاز الماسح الضوئي المربوط بجهاز تشتت الطاقة السينية من نوع Zeiss.....32

### الفصل III: دراسة النتائج وتحليلها

- الشكل III.1 : مخطط إنعراج الأشعة السينية للعينة الأصلية.....34
- الشكل III.2 : مخططات انعراج الأشعة السينية للعينة الأصلية والعينات المسخنة المدروسة.....35
- الشكل III.3 : مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة المسخنة بالدرجة  $100^{\circ}\text{C}$ .....37
- الشكل III.4 : مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة المسخنة بالدرجة  $300^{\circ}\text{C}$ .....38
- الشكل III.5 : مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة المسخنة بالدرجة  $500^{\circ}\text{C}$ .....38
- الشكل III.6 : مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة المسخنة بالدرجة  $700^{\circ}\text{C}$ .....39
- الشكل III.7 : مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة المسخنة بالدرجة  $900^{\circ}\text{C}$ .....40
- الشكل III.8 : طيف الأشعة تحت الحمراء لعينة الرمل الأصلية.....41
- الشكل III.9 : طيف الأشعة تحت الحمراء لعينات الرمل المسخنة.....42

## قائمة الجداول

### الفصل I: عموميات حول الرمل

- جدول 1.I. : أهم خصائص الكوارتز ..... 12
- جدول 2.I. : الخواص الفيزيائية للكوارتز ..... 13
- جدول 3.I. : تصنيف مفاصولات التربة حسب أقطار الحبيبات وفق التقسيم الأمريكي ..... 17
- جدول 4.I. : تصنيف مفاصولات التربة حسب أقطار الحبيبات وفق التقسيم العالمي ..... 18

### الفصل III: دراسة النتائج وتحليلها

- جدول 1.III. : التحليل النوعي لنتائج انعراج الأشعة السينية للعينة الأصلية والعينات المسخنة ..... 36
- جدول 2.III. : التحليل النوعي لنتائج الأشعة تحت الحمراء للعينة الأصلية والعينات المسخنة ..... 43

# مقدمة عامة

## مقدمة عامة:

يعتبر الرمل من المواد الأكثر تواجدا في سطح القشرة الأرضية، حيث يعد الرمل من المواد التي عرفها الإنسان منذ آلاف السنين، فهو من أهم المواد التي اهتمت بها جملة من العلوم منها الفيزياء والكيمياء، الجيولوجيا والبيئة غيرها وذلك لأهميته نظراً لاستعمالاته المتنوعة.

تغطي الكثبان الرملية مساحات كبيرة من العالم فهي أحد مظاهر سطح الأرض، ويكمن وجودها في الشواطئ وأحواض الأنهار والصحاري كالصحراء الإفريقية، تتشكل الرمال من تفتت الصخور والمعادن والمواد العضوية بفعل عمليات التعرية الناتجة عن العوامل الجوية كالأمطار وتغير درجات الحرارة، على مدى ملايين السنين تنتقل هذه الرمال بفعل الرياح مشكلة كثبان رملية وهي تمثل المظهر الجيومورفولوجية السائد في جنوب الجزائر، وقد حظيت هذه الظاهرة ببعض الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية التي اهتمت بدراسة الأشكال الرملية و محاولة تفسير نشأتها و مراحل تطورها [1].

رمال الكثبان هي من أهم الموارد الطبيعية التي يمكن استغلالها والاستفادة منها في كثير من المجالات، وذلك باعتبار الرمل مادة أساسية داخلة في صناعة الزجاج وهو أحد مكونات مواد البناء، فضلا على ذلك توجد بعض أنواع النباتات تفضل التربة الرملية لنموها، يستعمل الرمل أيضا في تصفية المياه وفي آبار البترول والإنشاءات.

يستخدم الرمل أيضا لاستخلاص مادة الكوارتز فهو مصدر مهم لها حيث يدخل في الصناعات الزجاجية والبصريات كالألواح الشمسية، وكذلك يستخلص منه مادة السليسيوم فهي مادة تستخدم في الصناعة النانومترية وأشباه الموصلات وهي مادة باهظة الثمن في السوق العالمية [2].

تحتوي الجزائر على كميات كبيرة من رمال الكثبان فهي تغطي حوالي ربع مساحتها تتواجد هذه الكثبان في الجهة الجنوبية من البلاد وتتوزع في شكل عروق في أماكن متفرقة منها.

على الرغم من المساحة الشاسعة للكثبان الرملية في الجزائر إلا أنها لم تثمن بعد وذلك لعدم تواجده دراسات تحدد الخصائص المجهرية والبنوية لهذه المادة.

توفر الكثبان الرملية في الصحراء الجزائرية الكبرى بكميات هائلة وولاية وادي سوف هي عينة منها هذا ما جعلنا نهتم بها، وباعتبارها مصدرا طبيعيا لبعض العناصر والمركبات الكيميائية المهمة كالكوارتز والسليسيوم وغيرها، وبما أن منطقة وادي سوف تتميز باحتوائها على كميات كبيرة من الرمل ارتأينا أن يكون موضوع مذكرتنا لنيل شهادة ماستر دراسة طيفية لمادة الرمل، حيث يتناول هذا البحث دراسة تحليلية تهدف إلى دراسة تأثير درجة الحرارة على البنية البلورية للرمال وادي سوف.

والذي دفعنا لاختيار هذا الموضوع الأهمية البالغة للرمل واتساع استعمالاته فهو غني بمادة الكوارتز الذي يستخدم في كثير من المجالات.

لهذا فإننا نسعى من خلال هذه الدراسة المساهمة في معرفة أثر المعالجة الحرارية على رمال كثبان وادي سوف، ثم مقارنة النتائج المتحصل عليها بعد تطبيق طرق تقنيات الطيفية عمليا.

نلخص إشكالية بحثنا فيما يلي:

- ما هي المركبات المكونة للرمل؟
- ما أثر المعالجة الحرارية على رمال كثبان وادي سوف؟

قسمنا هذه المذكرة إلى مقدمة عامة وثلاثة فصول ثم خلاصة عامة:

فالفصل الأول كان تحت عنوان " **عموميات حول الرمل** " تناولنا فيه دراسة نظرية للرمل من خلال جملة من المعلومات عن رمال الكثبان من بداية أصل منشئها وكيفية تشكلها وأنواعها وخصائصها نهائيةً بمكوناتها وكيفية استغلالها والدراسات التي تجرى عليها.

أما الفصل الثاني فقد كان بعنوان " **الوسائل والطرق التجريبية المستعملة** " بدايةً بنبذة عن منطقة الدراسة، ثم تطرقنا إلى الطرق التجريبية المستعملة والمتمثلة في مطيافية الأشعة تحت الحمراء وانعراج الأشعة السينية وذلك من حيث مبدأ العمل وكيفية استخدامها.

أما الفصل الثالث بعنوان " تحليل النتائج ومناقشتها " سنعرض في هذا الفصل نتائج القياسات الطيفية المستخدمة (مطيافية الأشعة تحت الحمراء – انعراج الأشعة السينية) ونناقش كلاً منها على حدة، ثم التوفيق بين القياسات ونلخص كل ما جاء فيها خاصة مما تعلق بالمكونات الأساسية لرمال الكثبان، وكيفية تطورها عند التسخين.

وفي نهاية هذه المذكرة ختمناها بخلاصة عامة أبرزنا فيها أهم النتائج المتحصل عليها مع تقديم آفاق مستقبلية يمكن على أساسها إنجاز بحوث تطبيقية أخرى.

## الفصل I:

### عموميات حول الرمل

### تمهيد:

يوجد الرمل في كافة أنحاء العالم في المناخات الباردة والساخنة أو المعتدلة، لكن أكبر مقرّاته وأجود نوعياته موجودة في الصحاري، مثل الصحراء الإفريقية الكبرى وصحاري الجزيرة العربية وعلى شواطئ المحيطات والبحار والأنهار والبحيرات وأراضي المستنقعات، حيث تغطي الرمال حوالي 25 % من الصحراء في العالم، وتحتل الصحراء تقريبا كل ساحل إفريقيا من ساحل المحيط الأطلسي إلى شواطئ البحر الأحمر بطول يمتد حوالي  $56000\text{Km}^2$  [3].

الرمل مادة طبيعية على شكل حبيبات صغيرة مفككة، ناتجة عن تفتت الصخور والمعادن وبعض المواد العضوية الجافة، نتيجة العوامل الطبيعية المختلفة من الرياح والأمطار والأمواج. ونظرا لطول الزمن الذي يتطلبه تكون الرمل يمكن القول إنه مورد طبيعي غير متجدّد.

### 1.I. تواجد الرمل في الجزائر:

تُعتبر الصحراء الجزائرية جزءاً كبيراً من الصحراء الكبرى الإفريقية، وتمثل نسبتها ما يقارب 80 % من مساحة الجزائر الإجمالية التي تبلغ حوالي  $2.4\text{km}^2$  ورغم هذه المساحة الشاسعة للرمل إلا أن الأبحاث والدراسات التي تجرى عليها محدودة جداً [4].

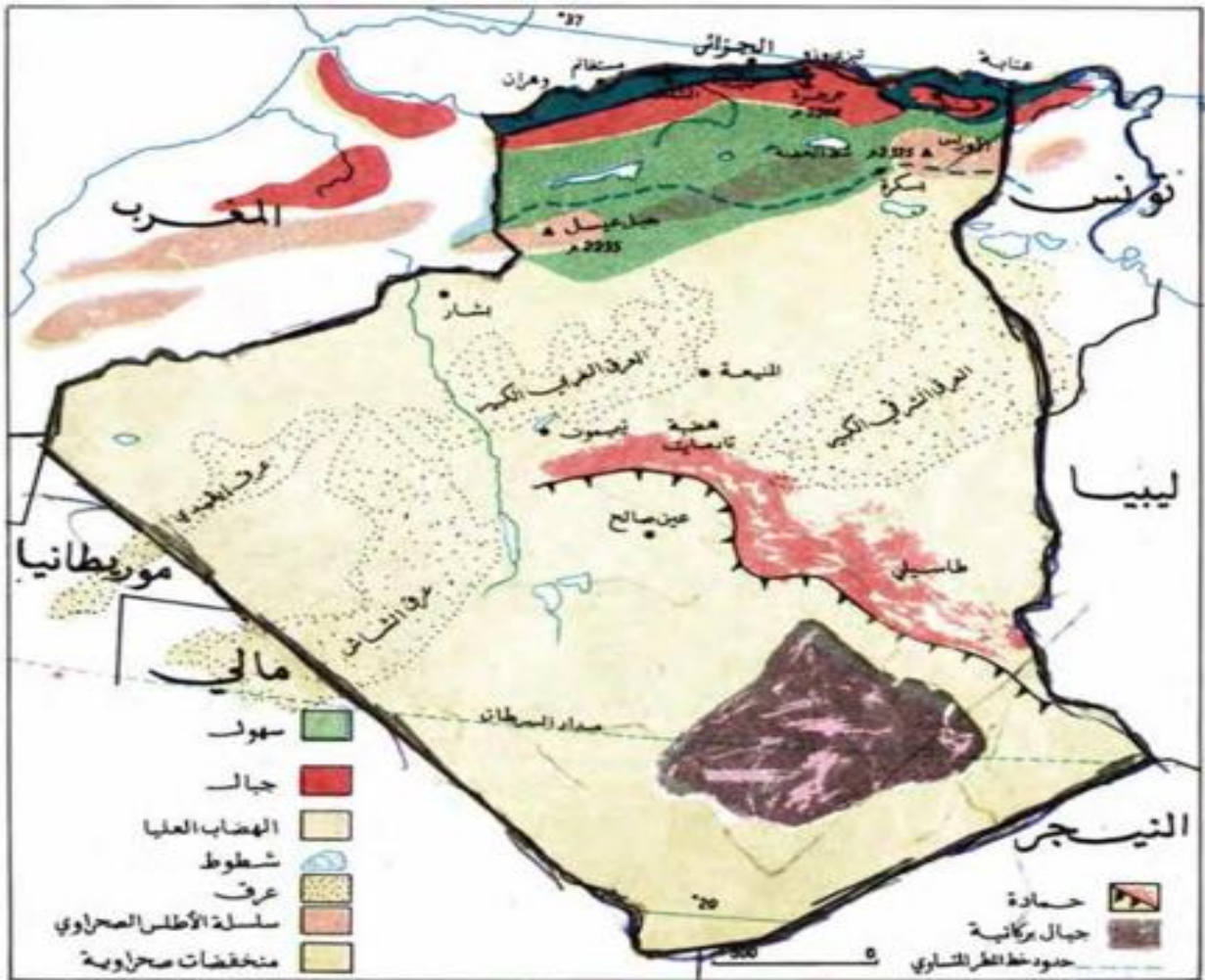
ينتمي أغلب الجنوب الجزائري للصحراء الكبرى، وفضلا على هذه المساحة الشاسعة، فهي تضم أقاليم جغرافية ومناخية متباينة وشديدة التنوع والتداخل، ففيها تنتشر كافة الأشكال التضاريسية من جبال وسهول وصحاري وواحات وسواحل ووديان. مع ذلك تعتبر المناطق الصحراوية الأوسع انتشاراً بين كل هذه المظاهر التضاريسية، ففيها توجد تجمعات رئيسة للرمل وأشهرها:

✓ **العرق الشرقي الكبير:** هو منطقة صحراوية تقع في الجنوب الشرقي للجزائر، تبلغ مساحة العرق الشرقي الكبير حوالي  $190000\text{ km}^2$  هو تقريبا رباعي أضلاع أي 500 km في 300 km ويتكون أساسا من كثبان رملية يبلغ ارتفاع أعلاها 250 m [5].

✓ **العرق الغربي الكبير:** هو منطقة صحراوية تقع في الجنوب الغربي للجزائر، ويمتد على مساحة حوالي  $80000\text{ km}^2$  وتتكون من كثبان رملية ترتفع حتى 300 m ويُعتبر ثاني أكبر عرق في الجزائر بعد العرق الشرقي الكبير وهو أقل منه بمرتين وتفصل العرقين عن بعضهما هضاب صخرية وسهول حجرية [6].

## الفصل I: عموميات حول الرمل

وفيما يلي صورة موقع العرق الشرقي الكبير والعرق الغربي الكبير من خريطة الجزائر والبلدان المجاورة للجزائر.



الشكل I.1. العرق الشرقي الكبير والعرق الغربي الكبير بالجزائر [7].

### 2.I. تعريف الرمل:

الرمل عبارة عن جسيمات حبيبية متفكك غير متماسكة. من أهم مكوناته الكوارتز كما يحتوي على مواد أخرى، ويتغير تركيب الرمل ولونه وفق منشئه، حيث تتراوح أحجام حبيبات الرمل بين 0.625mm و 2mm بالرغم من اختلاف النوعيات والكميات، فالرمال متحركة من حيث الحجم يعني أن حبيبات الرمال خفيفة بحيث تتحرك بالهواء حملا و ثقلا وتعليقا فتهبط بسرعة بحيث لا تبقى معلقة في الغبار [8].



الشكل I -2 صورة لرمال منطقة البياضة الوادي.

### I.3. الكثبان الرملية:

الكثبان الرملية ليست مجرد أكوام من الرواسب تراكمت بصورة عشوائية، بل هي تراكمات تفترض عادة أنماطا تنسجم بشكل مدهش بعضها مع بعض، فهي أحد مظاهر سطح الأرض الرئيسة البارز وجودها في البيئات الجافة وشبه الجافة في مناطق مختلفة من العالم، وذلك لتوافر الأحوال البيئية الملائمة لتكوينها في هذه البيئات [9].

#### I.3.1. أصل تشكل الكثبان الرملية:

هي عبارة عن تكوينات جيولوجية نتيجة لعوامل التعرية من الرياح. يتكون الكثيب نتيجة اندفاع الرياح ويكون له وجهان، وجه مواجه للرياح ويكون محدب و ذو انحدار بسيط والوجه الأخر يكون مقعر ومنحدر بشدة، وتتعدد أنواع الكثبان الرملية وتتكون تبع الاتجاه هبوب الرياح وهي غير ثابتة في مكانها تنتقل بفعل الرياح الشديدة [10].

#### I.3.2. أنواع الكثبان الرملية:

تعد الرياح من العوامل الجيوغرافية الأكثر تأثيرا في تشكيل الكثبان الرملية. لذا فإن الرياح هي العامل الأول المسؤول عن عملية إزالة الرواسب التي تفككت نتيجة عمليات الجوية ونقلها إلى أماكن أخرى على سطح الأرض [11].

التنوع الهائل للكثبان الرملية يجعل تصنيفها مهمة صعبة. فهناك ثلاث عوامل رئيسية عاملان مناخيان وواحد رسوبي تؤثر على تراكم الرمال إلى كثبان بأشكال معينة، تتميز الكثبان الرملية بأشكال بسيطة أساسية ومركبة.

## الفصل I: عموميات حول الرمل

❖ الكثبان الرملية البسيطة: تتكون من أشكال كثبان فردية والتي هي منفصلة مكانيا عن الكثبان الرملية القوية [12].

❖ الكثبان الرملية المعقدة: هي اندماج نوعين مختلفين أو أكثر من الكثبان البسيطة [12].  
3.3.I أشكال الكثبان الرملية: إنّ عوامل البيئة التي تعمل على ترسيب الرمال وخاصة سرعة الرياح واتجاهاتها والقرب والبعد من مصدر الرمال، وحالة الغطاء النباتي ووجود الحواجز الطبيعية من صخور وبقايا نباتات تحدد الشكل الهندسي العام للكثبان الرملية وأهم أشكالها:

❖ الكثبان الهلالية: عندما تهب الرياح في اتجاه واحد تتشكل كثبان رملية على شكل هلال [13].



الشكل I -3: صورة لكثبان الهلالية [14].

❖ الكثبان الطولية: هي كثبان تمتد بشكل طولي وموازي لاتجاه الرياح السائدة. هذا النوع أكثر استقامة من الكثبان الرملية الهلالية [13].



الشكل I -4: صورة لكثبان رملية طولية [14].

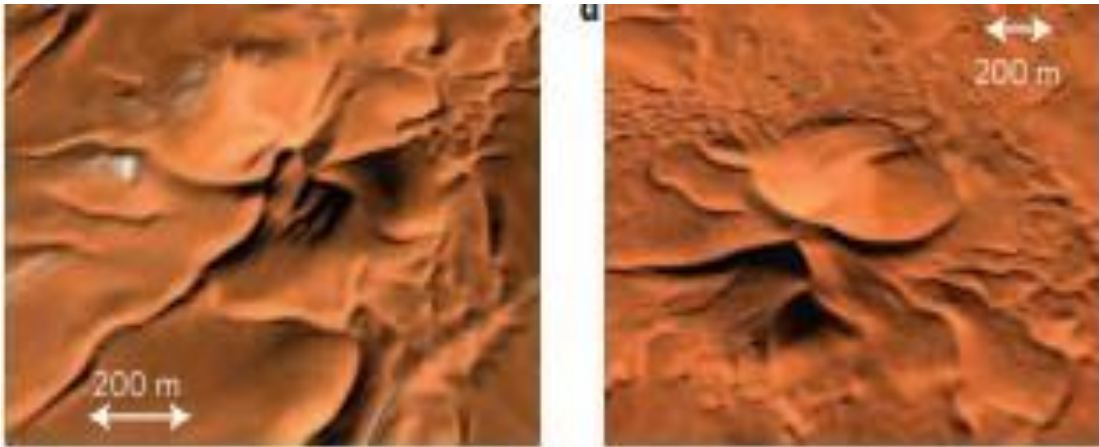
❖ الكثبان العرضية: هي التي تمتد في وضع متعامد مع اتجاه الرياح حيث تتراكم رمال الكثيب في شكل طبقات متقاطعة تظهر هوامشها مغطاة بطبقات رملية محدثة بزوايا مختلفة [13].



الشكل I-5: الكثبان العرضية [14].

❖ الكثبان النجمية:

هي كثبان عملاقة هرمية الشكل تتكون من أذرع متشابكة، تتميز هذه الأذرع بعلامات منعرجة ووجوه منزلقة مختلفة مشكلة نجمة [15].



الشكل I-6: صورة لكثبان النجمية [14].

### I.4.3. المكونات الرئيسية للكثبان الرملية:

تتكون الكثبان الرملية من ثلاث مكونات أساسية وهي الكوارتز، الجبس والحجر الكلسي.

#### I.1.4.3. الكوارتز:

الكوارتز هو ثاني أكسيد السيليكون  $SiO_2$  يتميز بدرجة انصهار كبيرة في حدود  $1700\text{ }^\circ\text{C}$  وقد تقل عن ذلك إذا كانت مختلطة ببعض المواد. ويمكن أن نجد بعض المواد العضوية مع الكوارتز، وهذا يؤثر على خصائصه.

للـكوارتز بريق فلزي زجاجي، إلا أن وجود بعض الأكاسيد مثل الحديد و التيتان و المنغنيز فيه يعطيه لونا معيناً. يتواجد الكوارتز في الطبيعة على هيئة قشور أو ألياف رقيقة وصغيرة جداً ذات أشكال سداسية وأشكال معينة، كما يتواجد عادة على هيئة متماسكة أو هشّة [16].



الشكل I -7: صورة لحجر كوارتز [17].

#### I.1.1.4.3. الخصائص الفيزيائية للكوارتز:

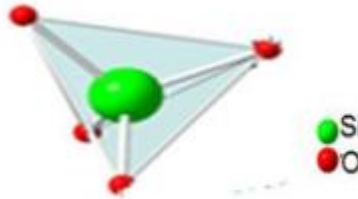
يعتبر الكوارتز أحد الأشكال المتبلورة للسيليكا، و يوجد في الطبيعة بأكثر من صورة معدنية تبعا لظروف التبلور من ضغط و درجة حرارة، فالـكوارتز يتبلور وفق النظام ثلاثي الميل عند درجة الحرارة الأقل من  $573\text{ }^\circ\text{C}$  وهو في هذه الحالة طور مستقر يدعى الطور  $\alpha$  ووزنه النوعي  $2.65\text{ g/cm}^3$  كما يتبلور وفق النظام سداسي الميل في المجال  $573\text{ }^\circ\text{C}$  -  $870\text{ }^\circ\text{C}$  و يدعى بالطور  $\beta$  و وزنه النوعي  $2.53\text{ g/cm}^3$  [16].

الجدول (1-I) يلخص أهم خصائص الكوارتز:

الخاصية	الوحدة	القيمة
الكتلة الحجمية	g/ cm <sup>3</sup>	2.65
قرينة الإنكسار	—	1.543
درجة حرارة الإنصهار	C°	1710
معامل المرونة	GPa	54
مقاومة الضغط	MPa	1200

الجدول 1-I: أهم خصائص الكوارتز [18].

**2.1.4.3.I. البنية البلورية للكوارتز:** الكوارتز ذو بنيه مشكّلة من رباعيات أوجه من SiO<sub>4</sub> تتصل فيما بينها بواسطة تقاسم الجزء الزاوي مع رباعي أوجه آخر كما هو موضح في الشكل (8-I)



الشكل 8-I: البنية البلورية [37]SiO<sub>4</sub>

المركب المتشكل ذو ثلاثة أبعاد، تملك كل ذرة سيليكون أربع ذرات أكسجين وكل ذرة أكسجين مرتبطة بذرتي سيليكون. تتكون الوحدة البنوية للخلية المتبلورة من ثلاث مجموعات SiO<sub>2</sub> كل منها في خلية بنوية واحدة مع ثلاث من السيليكون للخلية المجاورة، فيتشكل سداسي أضلاع غير منتظم [19].

### I.3.1.4.3. الخواص الفيزيائية للكوارتز:

الجدول التالي يلخص الخواص الفيزيائية لثاني أكسيد السيليكون البلوري واللابلوري [19].

الخاصية	الوحدة	السليكا البلورية	السليكا غير البلورية
درجة الإنصهار	C°	حوالي 1700	حوالي 1700
الكثافة	—	2.6	2.2
معامل الإنكسار	—	1.46	1.46
المقاومة النوعية	Ω .cm	10 <sup>12</sup> – 10 <sup>16</sup>	10 <sup>18</sup> <
التوصيلية الحرارية	W / (cm.k)	1.3	1.4
نسبة يواسون	—	0.17	0.165
معامل التمدد الحراري	K <sup>-1</sup>	7.64 x 10 <sup>-7</sup>	5.4 x 10 <sup>-7</sup>

### الجدول I-2: الخواص الفيزيائية للكوارتز

### I.4.1.4.3. استخدامات الكوارتز:

للكوارتز استخدامات عديدة نلخص البعض منها [18]:

- ❖ صناعة الزجاج حيث يعتبر الكوارتز أحد أهم اساسيات صناعة الزجاج، حيث يتم تدوير الكوارتز بشرط ان يكون نقيا بشكل استثنائي بنسبة % 99.9 ويترك ليبرد الى أي شكل يريده الصانع. كما أن الكوارتز يستعمل في صناعة الالياف البصرية.
- ❖ صناعة الساعات حيث تمتلك بلورة الكوارتز على مذبذبات لها القدرة على الاهتزاز بترددات دقيقة تساعد على تنظيم حركة الساعة، وهذا ما يجعل الساعات دقيقة بلا تأخير. وكما يستعمل أيضا في الصناعات الالكترونية.
- ❖ صناعة صب المعادن حيث يستخدم الكوارتز لصناعة الصب المعادن بفضل امتلاكه خصائص معنية مثل: نقطة انصهار العالية، ومقاومته العالية للحرارة، حيث يتم مزج رمل الكوارتز بعوامل متماسكة مثل الطين، سيليكات الصوديوم والزيت.... وكما يستخدم الكوارتز في صنع الاطارات للسيارات وصناعة سكك الحديدية.

## الفصل I: عموميات حول الرمل

❖ صناعة الموارد الحرارية حيث تستعمل رمال الكوارتز في تصنيع الطوب الحراري بسبب مقاومته العالية للحرارة، وأيضاً يستعمل في صناعة المواد الحيوية والتقنية النانوية.

### I.3.4.2. الجبس:

هو عبارة عن معدن مكون من ثنائي هيدرات كبريتات الكالسيوم صيغته الكيميائية  $\text{CaSO}_4(2\text{H}_2\text{O})$  ويتواجد في الطبيعة في صورة نقية شفافة أو في صورة ترابية مختلطة ببعض المواد الأخرى. يترسب الجبس عندما تتبخر مياه البحر المالحة بفعل حرارة الشمس في أحواض كبيرة مفصولة عن البحر أو في الصحاري الحارة، التي يتبخر الماء عن طريق النفاذية العالية في الرمال مخلفاً وراءه ترسبات من الأملاح والجبس. ويوجد الجبس على هيئة كتل بيضاء متبلورة أو على شكل بلورات شفافة تعرف بمعدن السيلينيت قد يحتوي الجبس على بعض الشوائب مثل سيليكات الكالسيوم أو كربونات الكالسيوم أو أكسيد الحديد، ولذلك فهو يختلف إلى درجة كبيرة في لونه وتركيبه، فقد يكون ذو لون أبيض أشهب على درجات أو يكون بنياً فاتحاً أو يكون احمرًا وردياً في بعض الأحيان [20].



الشكل I-9: صورة لجر الجبس [21].

### I.3.3.3. الحجر الكلسي:

هو الاسم الذي يطلق على الصخور الرسوبية التي تحتوي على أكثر من 50% من معدن الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$  ويحتوي الحجر الجيري غالباً على بعض المعادن غير كربونية مثل حبيبات السيليكات والطين وبقايا

## الفصل I: عموميات حول الرمل

الكائنات الحية من أصداف وعظام. ويختلف لون الحجر الجيري بين الأبيض والبني وأحيانا الأسود، وكذلك يتفاوت نسيج الصخر من النسيج السكري إلى نسيج سهل التفتت، وينتشر الحجر الجيري على شكل طبقات رسوبية ذات سمك متفاوت ومن أهم أنواعه الحجر الجيري العضوي والحجر الجيري غير العضوي أو الحجر الجيري كيميائي النشأة.

يتكون الحجر الكلسي النقي من معدن الكالسييت، وتكون فيه نسبة أكسيد الكالسيوم وثاني أكسيد الكربون هي نفس النسب بالحجر الكلسي % 56 = CaO، % 44 = CO<sub>2</sub> كما يتميز أيضا ببريق زجاجي ولون عادة أبيض أو شفاف ولكنه قد يكون مائل إلى الرمادي أو الأخضر أو الأصفر. كذلك قد يكون المعدن بني أو أسود عندما يكون غير نقي [20].



الشكل I- 10: صورة لحجر الكلسي نقي [21].

### I.4. خصائص الرمال:

للرمل خصائص فيزيائية وكيميائية وهي:

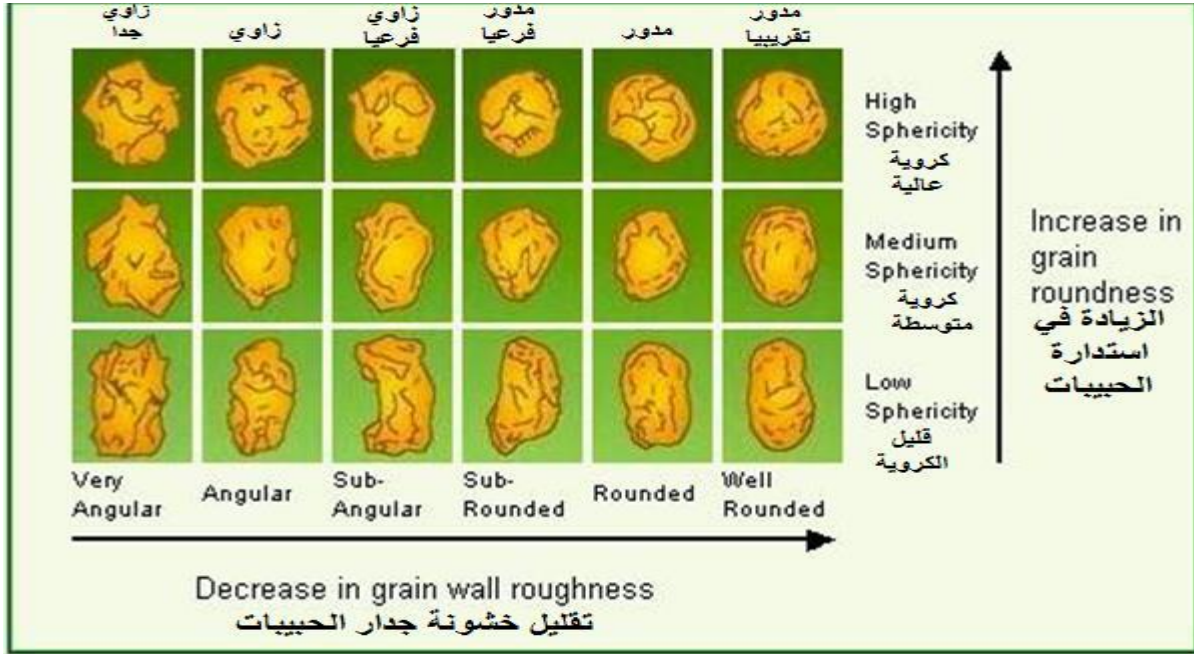
#### I.4.1. الخصائص الفيزيائية:

تتمثل الخصائص الفيزيائية للرمل في حجم وتوزيع الحبيبات المكونة له. حيث يتم تصنيف وتوزيع حبيبات الرمل حسب أبعادها، ويتم ذلك بواسطة غرابيل أو مناخيل ذات قطر أكبر من 0.08 mm وتحدد أبعاد الحبات الخشنة في التربة بتجربة التحليل الحبيبي، وذلك باستخدام سلسلة مناخيل نظامية حسب النظام المعتمد لفصل الحبات ذات أقطار المختلفة بعضها عن بعض، من خلال رج المناخل يدويا أو باستخدام الهزاز الميكانيكي [22].



## الفصل I: عموميات حول الرمل

يتم تحديد شكل الحبيبات من حيث التكوير والاستدارة والنعومة أو الخشونة ويشير التكوير إلى الشكل العام للجزيئات وتعكس التشابه بين طول الجزيئات والارتفاع والعرض، أما الاستدارة فتشير إلى الزاوية الحادة وتصف مقياس السمات السطحية الرئيسية. أما النعومة أو الخشونة وهي تصف ملمس سطح الحبيبات [23].



الشكل I-13: أشكال الحبيبات من حيث التكوير والاستدارة [23].

ويتكون الرمل من حبيبات تتراوح أقطارها بين 0.05mm و 2mm الواحدة منها تسمى حبة الرمل، أما إذا كانت أصغر حجما فتسمى طمي، والأكبر حجما تسمى حصى، والجدول التالي يوضح تصنيف الرمال حسب أقطارها كما في التصنيف الأمريكي والعالمي.

أقطار الحبيبات (mm)	المفصولات
من 1 إلى 2	رمل خشن جدا
من 0.5 إلى 1	رمل خشن
من 0.25 إلى 0.5	رمل متوسط
من 0.1 إلى 0.25	رمل ناعم
من 0.05 إلى 0.1	رمل ناعم جدا
من 0.002 إلى 0.05	طمي
أقل من 0.002	طين

الجدول I.3: تصنيف مفصولات التربة حسب أقطار الحبيبات وفق التقسيم الأمريكي [24].

المفصولات	أقطار الحبيبات (mm)
رمل	من 0.02 إلى 2
طمي	من 0.02 إلى 0.002
طين	أقل من 0.002

الجدول I.4: تصنيف مفصولات التربة حسب أقطار الحبيبات وفق التقسيم العالمي [24].

### I.2.4. الخصائص الكيميائية:

تحدد الخواص الكيميائية للرمل حسب المكونات المعدنية والعضوية حيث تنقسم المعادن في الرمل إلى نوعين: معادن أولية، وهي ناتجة من التحطم الفيزيائية لصخور الأصل، ومن أكثرها انتشارا في الرمال الكوارتز  $SiO_2$  والفليسبار  $AlSi_3O_8$ ، وهي ناتجة عن طريق تفاعل المواد المعدنية لصخر الأصل مع العوامل الجوية المحيطة به لتحويل المعادن الأولية إلى معادن ثانوية وهي مهمة لكثير من التفاعلات الكيميائية السائدة في الرمال، ومن أكثرها انتشارا السليكات والكالسيت والدولميت والجبس وأكسيد الحديد و الألمنيوم [25].

أما المكونات العضوية فتشمل جميع الكائنات الحية التي تعيش في الرمل وبقاياها، وعندما تسقط المواد العضوية أو تضاف في الرمل تحصل لها العديد من التغيرات نتيجة لقيام الكائنات الحية الدقيقة بتحويلها الى مواد بسيطة التركيب أو مواد أخرى معقدة. وعلى الرغم من قلة نسبة المادة العضوية، إلا ان لها دورا كبيرا ومهما في خواص الرمل الفيزيائية والكيميائية [25].

كما تتكون رمال الكثبان بشكل رئيسي من حبيبات الكوارتز  $SiO_2$  وتحتوي على كميات قليلة من الشوائب والمعادن الثقيلة ونسبة معتبرة من أكسيد الحديد الثلاثي  $Fe_2O_3$  وكربونات الكالسيوم  $CaCO_3$  ونسبة من أكسيد الالمنيوم  $Al_2O_3$ .

## الفصل II:

الوسائل والطرق التجريبية المستعملة

### تمهيد:

سنبين في الفصل الثاني كيفية جمع وتحضير عينات الدراسة، وكذلك الوسائل والطرق المستعملة في دراسة هذه العينات، والمتمثلة في تقنية انعراج الأشعة السينية ومطيافية الأشعة تحت الحمراء ومبدأ عمل وخصائص كل تقنية والبرامج المستعملة في تحليل النتائج.

### II. 1. جمع وتحضير العينات:

قمنا بأخذ كمية من الرمل الناعم المتواجد بمنطقة العراير المحاذية للطريق الغربي بالبيضاة ولاية الوادي التي حددت إحداثياتها (6.87720° شرقا و 33.30642° شمالا) حيث أخذنا لكمية من أماكن مختلفة من الكثيب.



-ج- العينة المدروسة



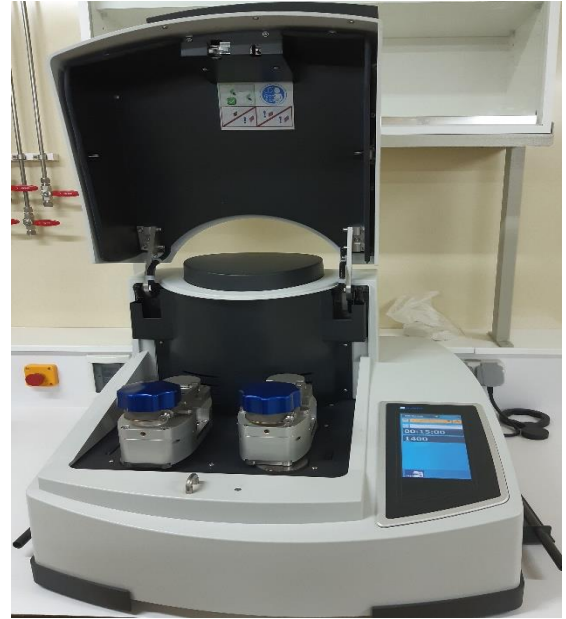
-ب- كثيب محل الدراسة



-أ- موقع مدينة البيضاة

### الشكل II.1. موقع مدينة البيضاة وصورة كثيب محل الدراسة

ثم قمنا بسحقها باستعمال جهاز طحن ميكانيكي الذي يحوي بداخله على كريات صغيرة من العقيق من حجار السليكا، التي تتصادم فيما بينها عند الاهتزاز الذي يحدثه الجهاز مما يؤدي إلى طحن حبات الرمل. وبعد مدة 20 دقيقة من عملية الطحن أخرجنا الكمية فكانت ناعمة جدا.



الشكل II.2. جهاز الطحن الميكانيكي المستعمل.

ثم قمنا بتقسيم الكمية إلى ست عينات، نزن كل عينة 50 غ حيث حددنا العينة الأولى كشاهد ولم نعرضها للحرارة. بينما عرضنا العينات الأخرى لدرجات حرارة مختلفة لمدة 24 ساعة متواصلة كانت درجات الحرارة المختارة هي: (100c° , 300 c° , 500 c° , 700 c° , 900 c°)

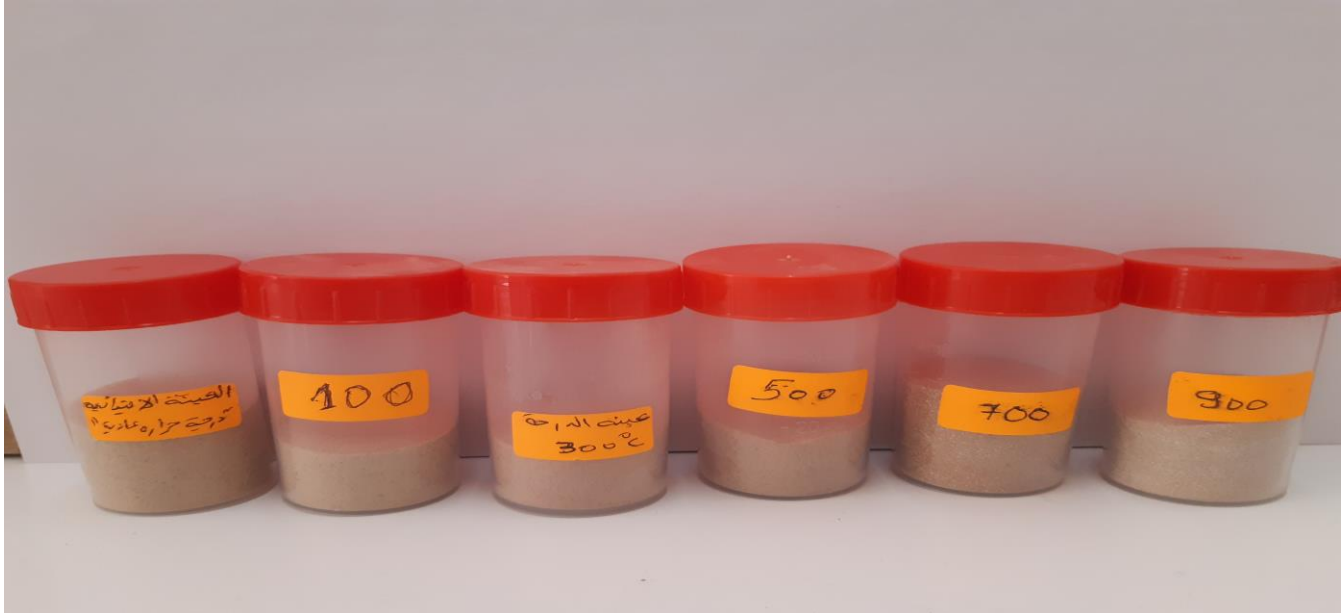
وذلك باستعمال فرن كهربائي محكم الإغلاق وفي درجة الضغط الجوي العادية.



الشكل II.3. الفرن الكهربائي المستعمل للتسخين والأواني الخزفية

## الفصل II. الوسائل والطرق التجريبية المستعملة

وبعد اخراج كل عينة نتركها لتبرد تدريجيا، وباستعمال مهراس هاون قمنا بترطيب العينات أكثر حتى أصبحت كالدقيق الناعم. ثم قمنا بحفظها في علب بلاستيكية محكمة الاغلاق مكتوب عليها درجة حرارة العينة.



### الشكل II.4. العينات محفوظة في علب بلاستيكية

وبعد ذلك قمنا بتعريض كل عينة للأشعة السينية والأشعة تحت الحمراء.

### II.2. تقنية انعراج الأشعة السينية:

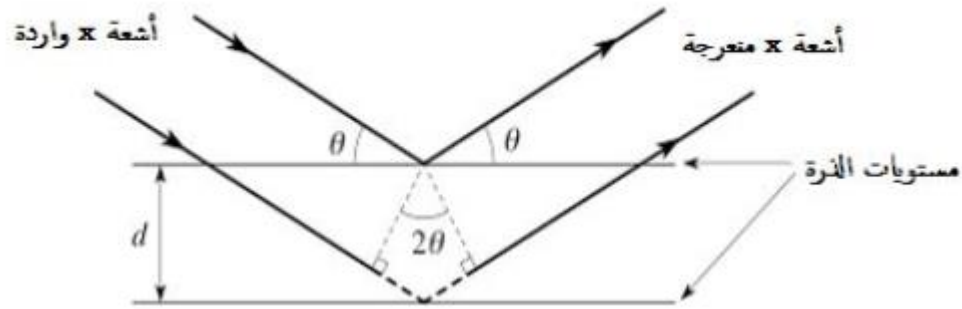
اكتشفت الأشعة السينية من قبل العالم الألماني رونجن سنة 1895م، وكان لهذا الاكتشاف الأثر الكبير على حياة الإنسان في مختلف النواحي الطبية والصناعية والعلمية. تعتبر الأشعة السينية نوعا من أنواع الأشعة الكهرومغناطيسية غير المرئية ذات الطبيعة الأيونية لذرات المواد الحية وغير الحية، حيث أن لها نفس طبيعة الضوء المرئي ولكن مع طول موجي أقصر بكثير حيث يتراوح الطول الموجي لها بين 5.0 و2.5 أنغستروم بينما الطول الموجي للضوء المرئي يقع بين 4000 و8000 أنغستروم، مما يجعلها تمتلك مقدرة كبيرة على اختراق الأجسام [26].

### II.2.1. مبدأ انعراج الأشعة السينية:

يعتمد مبدأ حيود الأشعة السينية على تسليط حزمة من الأشعة السينية أحادية الطول على المادة، فإنه يجب أن تظهر ظاهرة التداخل عند انتشارها من ذرات البلورة، فكما هو معلوم تتكون البلورة من صفوف منتظمة من الذرات، وبالتالي الذرات مترابطة في مستويات موازية لبعضها البعض، فحيود الأشعة السينية تسمح لنا بإيجاد تركيب البلورة من خلال تحديد مواضع الذرات في الشبكة البلورية [27]، والعامل المهم هو تحديد المسافة  $d$  الفاصلة بين المستويات المتوازية والمتمثلة في قانون براغ.

### II.2.2. قانون براغ:

عند توجيه حزمة موجية من الأشعة السينية إلى البلورة، فإن انتشار فوتونات الأشعة السينية في كل الاتجاهات ومن مختلف طبقات الذرات في البلورة، وبسبب المنظم للذرات في البلورة في اتجاهات معينة الموجات المنتشرة تدخل على موجات أخرى، ويتم قياس هذه الموجات المنتشرة والمتداخلة بشكل بناء كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل II.5. مخطط انعراج الأشعة السينية [28]

لكي يحدث التداخل البناء لابد من أن يكون فرق المسار بين المستويات بمضاعفات صحيحة للأطوال الموجية بالأشعة السينية. [29]

إن الأشعة الكهرومغناطيسية موازية لبعضها البعض كما هو مبين في الشكل أعلاه مما ينجم عن فرق مسار مقداره:

$$2d \sin \theta = n \lambda$$

وهي معادلة اقترحت من قبل العالم Bragg عام 1912 وتسمى بقانون براغ حيث:

$\Theta$ : زاوية سقوط الأشعة (الانعراج).

$\lambda$ : الطول الموجي

$n$ : رتبة الحيود (رتبة الانعراج).

$d$ : المسافة البينية لمجموعة المستويات [29].

### II.2.3. توليد الأشعة السينية:

يتم توليد الأشعة السينية بواسطة جهاز عبارة عن أنبوبة مفرغة يحتوي على مصعد (هدف) ومصعد عند تسخين المهبط بواسطة فتيلة تنبعث منه إلكترونات يتم تعجيلها بواسطة فرق الجهد المطبق بين المصعد والمهبط، تصطدم الإلكترونات المعجلة بالمصعد، وتولد أشعة سينية تنبعث منه لتخرج من فتحة جانبية (نافذة) عبارة عن غشاء رقيق من معدن، وحيث إن معظم طاقة الإلكترونات المسرعة تفقد عند الاصطدام بالمصعد على شكل طاقة حرارية 99% طاقة حرارية و1% لتوليد الأشعة، ويجب أن يصنع المصعد من معدن له درجة انصهار عالية ويجب أن يكون ذو كتلة كبيرة لإطالة عمر التشغيل، ويتم تبريد المصعد بواسطة دائرة تبريد (مائية) للتخلص من الحرارة المتولدة الزائدة، ويكون فرق الجهد بين المهبط والمصعد كبيرة ويتراوح بين 1KV وأحيانا أكثر [30].

### II.2.4. خصائص الأشعة السينية:

من أجل هذه الخصائص يمكننا ذكر تلك التي ساهمت في توضيح طبيعتها وفي تطور استعمالها في شتى الميادين [32]:

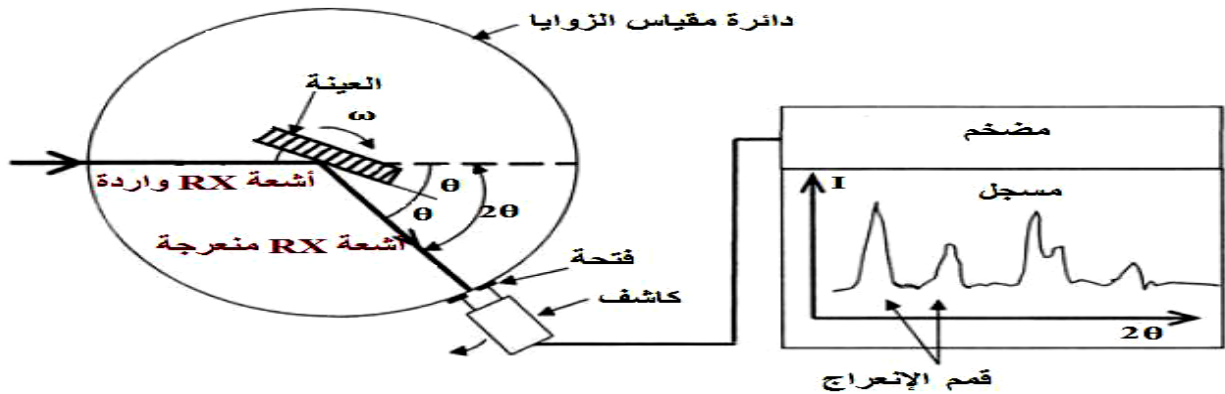
- ✓ الأشعة السينية تنساب بخط مستقيم وبسرعة مساوية لسرعة الضوء لا تتأثر بوجود حقل مغناطيسي أو حقل كهربائي وهذا ما يدل على أنها لا تحمل شحنة كهربائية.
- ✓ تؤثر الأشعة السينية على أفلام التصوير
- ✓ الأشعة السينية لها تأثير كيميوضوئي
- ✓ تستطيع الأشعة السينية جرح أو قتل الخلايا وأحيانا إحداث تغيرات عضوية فيها
- ✓ تسبب الأشعة السينية بفلورة أو فسفرة بعض الأجسام.

## II.2. 5. تطبيقات الأشعة السينية [33]:

- ❖ **الطب:** من خصائص أشعة اكس عند تسليطها على جسم الإنسان لفترة زمنية متناهية يمكن تصوير العظام حيث أنها تنفذ من الجلد ولا تنفذ من العظم وبهذا تستخدم في تشخيص الكسور التي قد تصيب العظام.
- ❖ **الصناعة:** تستخدم أشعة اكس في الصناعة لفحص المواد المستخدمة في التصنيع والتأكد من جودتها وكذلك في مراقبة الأمتعة في المطارات
- ❖ **العلوم:** تستخدم أشعة اكس في الأبحاث العلمية لدارسة التركيب البلوري للمواد ولمعرفة المواد الداخلة في تركيب مادة مجهولة مثل كشف المواد المكونة للخليط.

## II.2. 6. جهاز الإنعراج الآلي:

لجهاز الإنعراج الآلي نفس مبدأ عمل طريقة ديبياي شيرر فيشمل هذا التركيب أنبوبة لإنتاج الأشعة X أحادية الطول الموجي، كاشف الأشعة ومقياس الزاوية الذي يتحرك عليه الكاشف، حيث يكون دوران هذا الأخير مصحوبا أوتوماتيكيا بدوران العينة حول محور عمودي على مستوى الرسم، أي أنه لما يدور الكاشف بزاوية معينة فإن العينة تدور بنصف تلك الزاوية عند خروج الأشعة من المصدر تسقط على العينة ثم تنعكس لتكون أشعة منعرجة تلتقي في بؤرة عند فتحة خاصة لتجميع الأشعة، فيقوم الكاشف الذي يكون وضعه الزاوي  $2\theta$  بالنقاطها وبقياس شدة الإشعاع X بدلالة الزاوية  $2\theta$  المتشكلة مع حزمة هذه الأشعة تسمى المنحنيات المتحصل عليها بمخططات انعراج ( Diffractogramme patterns ) والتي تمثل شدة الفوتونات المنعرجة بدلالة الزاوية  $2\theta$  (I- $2\theta$ )، أو بدلالة  $d_{hkl}$  (I- $d_{hkl}$ )، حيث بواسطة عداد خاص تتم عملية قياس شدة الأشعة الشكل (II-5) [40].



الشكل II-6: المخطط الوظيفي لجهاز الانعراج الآلي [40].

## الفصل II. الوسائل والطرق التجريبية المستعملة

قمنا باستخدام جهاز **PROTO AXRD Benchtop** لدراسة حيود الأشعة السينية عن المساحيق والمواد الصلبة حيث نقوم بإدخال معطيات القياس، زاوية الانطلاق، زاوية البداية، خطوة الانتقال، فرق الكمون المطبق، وشدة التيار. بعد إدخال جميع المعطيات وإعطاء أمر البدء يبدأ القياس بورود حزمة من الأشعة السينية المتباعدة من منبع الأشعة على العينة، ابتداءً من زاوية البداية، ثم تنحرف عن العينة لتشكل أشعة متقاربة منحرفة، يتم تركيزها عند شق ومن ثم تدخل إلى الكاشف الذي يقوم بقياسها كما هو مبين في الشكل (6-II) حيث يقوم البرنامج بتسجيل شدة الأشعة بدلالة زاوية الانعراج [41,42].



الشكل (7-II): جهاز الانعراج الآلي من نوع **PROTO AXRD Benchtop**.

### II.2.7. تحضير العينة لإجراء قياس بواسطة حيود الأشعة السينية:

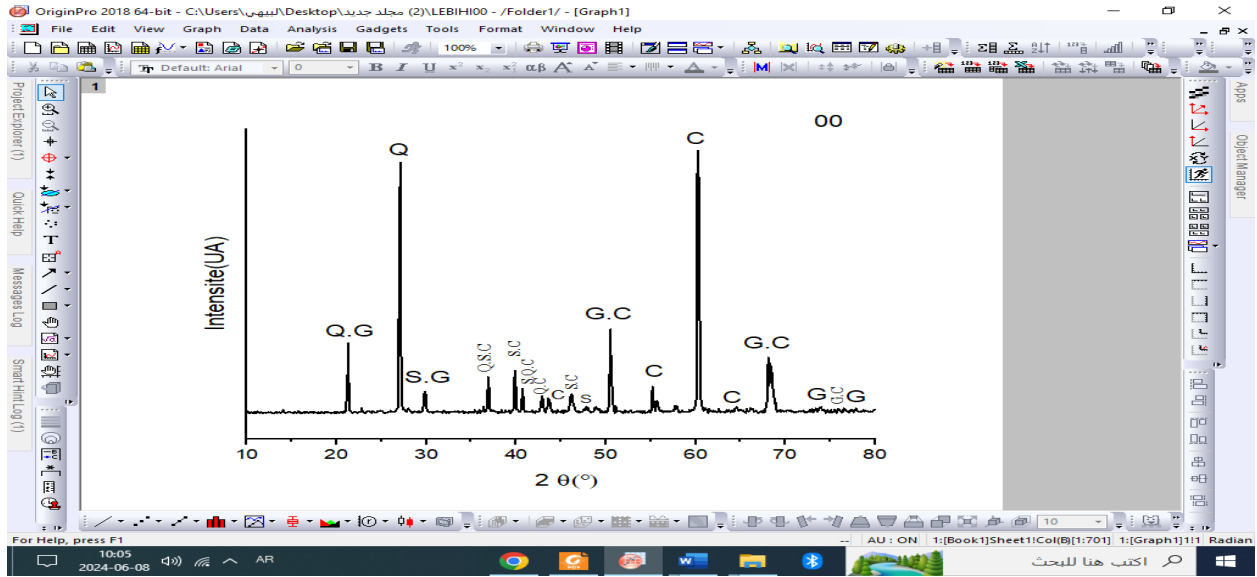
من أجل إخضاع العينة للقياس بواسطة تقنية الحيود وفقاً لطريقة المسحوق يتم طحنها جيداً بواسطة هاون يدوي، وتوضع العينة في حامل على شكل قرص دائري سميك ثم تثبت عن طريق تغطيتها بواسطة صفيحة زجاجية.

### II.2.8. برامج تحليل المعطيات:

أ- برنامج **OriginePro**: يعد من البرامج الحاسوبية التي تعالج البيانات اعتماداً على قواعد

بيانات تحوي معلومات عديدة عن مختلف التراكيب البلورية. بإمكان برنامج **Origine Pro** المطابقة بين المعطيات المقدمة له من مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة المدروسة وتلك التي لديه من قواعد البيانات، معطياً التركيب البلوري الأكثر تطابقاً. الشكل التالي يظهر واجهة البرنامج.

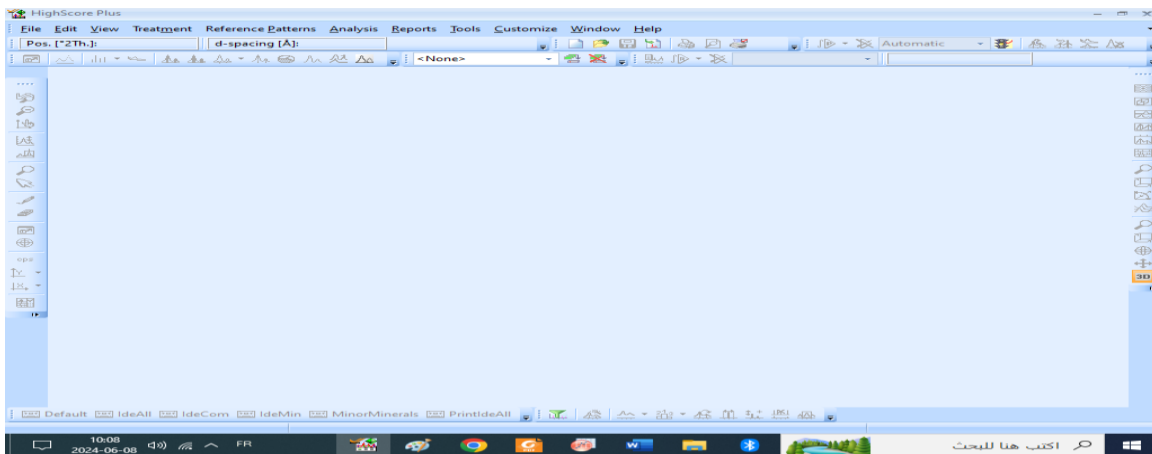
## الفصل II. الوسائل والطرق التجريبية المستعملة



الشكل II.8. واجهة برنامج OriginPro

### ب- برنامج HighScorePlus:

يعتبر برنامج HighScorePlus من بين البرامج الحاسوبية التي تعالج بيانات انعراجات الأشعة السينية، وذلك باستخدام قواعد بيانات تحتوي معلومات جديدة عن مختلف التراكيب البلورية، بإمكان برنامج HighScorePlus المطابقة بين المعطيات المدروسة وتلك التي لديه من قواعد البيانات معطيا التركيب البلوري الأكثر تطابقا، وتزداد فعالية هذا البرنامج كلما زود بقائمة العناصر الكيميائية التي تعرف وجودها مسبقا في القائمة المدروسة.



الشكل II.9. واجهة برنامج HighScorePlus

### 3.II. الأشعة تحت الحمراء FTIR:

تغطي الأشعة تحت الحمراء منطقة واسعة من الطيف الكهرومغناطيسي ذات تردد أقل من تردد الأشعة الحمراء في الطيف الكهرومغناطيسي المرئي. ويقع طيف الأشعة تحت الحمراء بين الطيف المرئي وطيف أشعة المايكروويف [34].

وتقسم إلى ثلاثة مناطق وهي على النحو التالي [35]:

✓ الأشعة تحت الحمراء القريبة infrared Near ( $12820-4000\text{cm}^{-1}$ ) وهي الأقرب إلى الأشعة المرئية وبالتحديد اللون الأحمر.

✓ الأشعة تحت الحمراء البعيدة infrared Far ( $400-33\text{cm}^{-1}$ ) وهي التي تكون الأقرب إلى أشعة المايكروويف.

✓ الأشعة تحت الحمراء الوسطى infrared Med ( $4000-400\text{cm}^{-1}$ ) وهي التي تقع بين المنطقتين السابقتين.

وتعتبر الأشعة تحت الحمراء الوسطى هي المنطقة المفيدة، لأن الكيميائي يجد فيها كفايته من المعلومات الدالة على بنية معظم المركبات العضوية.

### 1.3.II. مصادر الأشعة تحت الحمراء:

الأشعة تحت الحمراء هي أشعة حرارية وتنبعث من كافة الأشياء من حولنا: مثل الفرن أو المصباح الحراري أو من الاحتكاك أو من تسخين أي جسم وتنبعث كذلك من أجسامنا، وهي الأشعة التي تصلنا من الشمس ويشعر الجلد بالدفء عند التعرض إلى أشعة الشمس. ولهذا تستخدم الأشعة تحت الحمراء في بعض الأحيان لتسخين الطعام أو الإبقاء عليه ساخنا.

### 2.3.II. مبدأ مطيافية الأشعة تحت الحمراء:

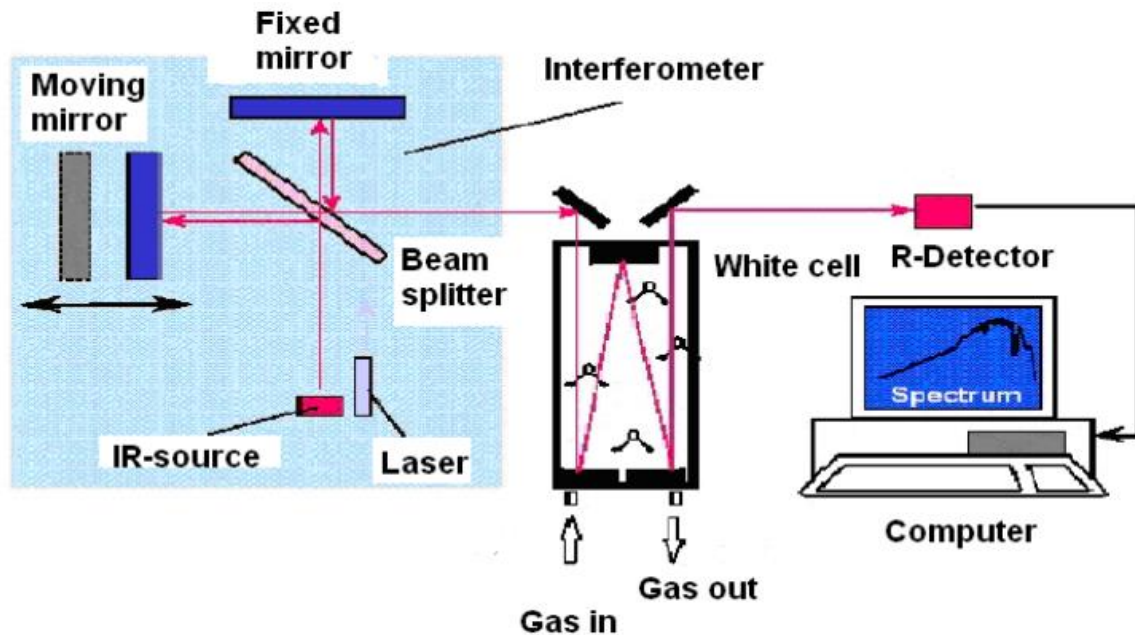
مطيافية الأشعة تحت الحمراء هي طريقة جيدة للتعرف على التركيب الكيميائي للمركبات، إذ تعتمد أساسا على امتصاص الإشعاع الكهرومغناطيسي في مجال الأشعة تحت الحمراء ما بين  $1019$  و  $5111\mu\text{m}$ .

## الفصل II. الوسائل والطرق التجريبية المستعملة

ترتبط الذرات مع بعضها البعض بواسطة روابط كيميائية، إذا كانت هذه الذرات لديها عزم ثنائي قطب كهربائي مختلف وغذيت بواسطة مصدر للأشعة تحت الحمراء، والذي يكون تردده مساويا لتردد الاهتزاز لهذه الرابطة فينشأ تفاعل بين المجال الكهربائي للإشعاع والمجال الكهربائي المتولد عن عزم ثنائي القطب الكهربائي للرابطة الكيميائية، هذا ما يؤدي إلى امتصاص الإشعاع واهتزاز الرابطة مما يمنحها طاقة تمكنها من الانتقال إلى مستوي اهتزازي أعلى لتعود بعدها إلى المستوي الأكثر استقرارا مخلفة انبعاث إشعاع، وتتوقف طاقة الأشعة الممتصة لأي من الحركات الاهتزازية في الجزيء على نوع الذرات وطبيعة الروابط الكيميائية المتضمنة في الحركة الاهتزازية والشكل الهندسي للذرات داخل الجزيء.[36].

### 3.3.II. مبدأ عمل تقنية FTIR:

يرسل مصدر الإشعاع في المطياف FTIR حزمة تحوي كل أطوال موجات الأشعة تحت الحمراء إلى الصفيحة فاصلة فتقسمها إلى حزمتين، الحزمة الأولى توجه إلى المرآة الثابتة، أما الحزمة الثانية فتوجه إلى المرآة المتحركة، الشكل (9-II)، ثم توجه الحزمتان نحو العينة المراد دراستها باستخدام مرآيا، ثم يقاس التغير الحاصل في شدة الإشارة بسبب حدوث امتصاصات جزيئية، والتي تمثل أهداب التداخل المتحصل عليها من خلال فرق مسير حزمة الإشعاع. يتحسس الإشعاع كاشف يعمل على تحويلها إلى صيغة رقمية، ثم تعالج وفق تحويل فورييه لتعطينا في النهاية طيف الامتصاص [43].



الشكل 10.II. مبدأ عمل جهاز الأشعة تحت الحمراء (FTIR) [44].

## الفصل II. الوسائل والطرق التجريبية المستعملة

في الأطروحة استعملنا مطياف امتصاص الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR) من نوع SHIMADZU FTIR-8300 والذي يعمل في المجال الطيفي للأشعة تحت الحمراء المتوسطة ذات المجال  $4000-400\text{cm}^{-1}$  [الشكل (II-10)].



الشكل II-11: جهاز الأشعة تحت الحمراء المستخدم في الدراسة.

### II 4. 1. مطيافية تشتت الطاقة بالأشعة السينية:

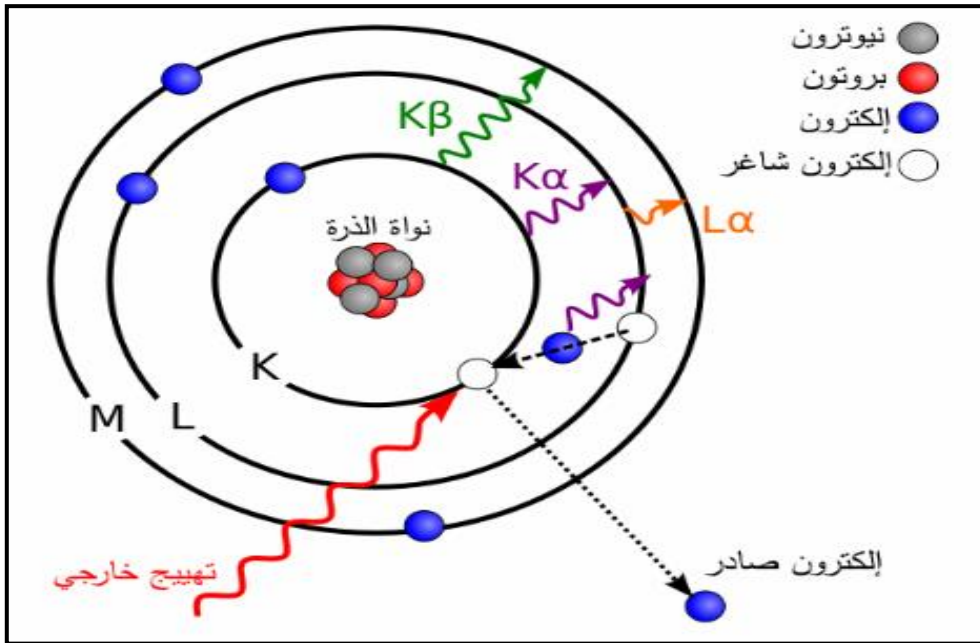
مطيافية تشتت الطاقة بالأشعة السينية (Energy-dispersive X-ray spectroscopy) والتي يرمز لها (EDX)، وهي تقنية تحليلية دقيقة نوعية وكمية بالأشعة السينية تستخدم من أجل تحليل العناصر لمعرفة الخصائص الكيميائية للعينات توفر معلومات عن التركيب الكيميائي لعينة للعناصر ذات العدد الذري  $Z \leq 3$ ، تم دمجها الآن في جهاز المجهر الإلكتروني الماسح SEM.

### II. 2.4. مبداء عمل مطيافية تشتت الطاقة بالأشعة السينية:

يعتمد مبداء هذه التقنية على كون أن الأشعة السينية تنتج عن التأثير المتبادل بين جسيمات مشحونة كحزمة الإلكترونات مع مادة العينة المدروسة، وتكون مميزة للعناصر الكيميائية المتواجدة في العينة، وبذلك يمكن معرفة العناصر الموجودة في العينة. أي، بما أن لكل عنصر بنيته الذرية المميزة، فإن له مجموعة من القمم المميزة في طيف الأشعة السينية المشتتة للطاقة [45،46].

## الفصل II. الوسائل والطرق التجريبية المستعملة

من أجل الحصول على الأشعة السينية المميزة للمادة ينبغي تهيج الذرات في الأول. ويحدث ذلك بقذف المادة بحزمة من الإلكترونات (المجهر الإلكتروني الماسح) أو بحزمة من الأشعة السينية (تألق الأشعة السينية). نتيجة لهذا القذف يصدر إلكترون من المدارات الذرية الداخلية، وتحدث عملية تهيج وحالة عدم استقرار نتيجة حدوث شغور إلكتروني، وهذه الفجوات تملأ من مدارات ذرية أعلى. عندما تنتقل الإلكترونات من المدارات الذرية الأعلى إلى المدارات الذرية الأقل، فإنها تصدر بذلك أشعة سينية لها طاقة موافقة لفرق الطاقة بين المدارات الذرية، هذا الفرق في الطاقة هو مميز لكل عنصر كيميائي. حيث أن لكل عنصر هناك عدد من الانتقالات المسموحة بين المدارات الذرية، وذلك حسب المدار الذري للإلكترون الذي سبب الحالة الشاغرة ولالإلكترون الذي سد الحالة الشاغرة. توصف هذه الانتقالات بأنها انتقالات كمومية (من كيمياء الكم)، يرمز لها  $K_{\alpha}$  و  $K_{\beta}$  و  $L_{\alpha}$  وهكذا، انظر الشكل (II-11) [47،46].



الشكل II-12: نموذج ذري لتوضيح تكوّن الأشعة السينية المشتتة للطاقة [47].

## الفصل II. الوسائل والطرق التجريبية المستعملة

يقوم الكاشف بقياس طاقة فوتونات الأشعة السينية الناتجة. حيث إنه عندما يمتص الفوتون ضمن المنطقة الحساسة، ينتج عن ذلك عدد متناسب من الإلكترونات، تحدث عملية تضخيم لها بحيث نحصل على معيار كمي يستخدم مؤشراً يعطي قيمة طاقية تظهر على محور الفواصل في الطيف الناتج. تتراوح قيمة دقة المكشاف بين (120-140) eV [48-46]. في هذه الأطروحة استعملنا جهاز الماسح الضوئي المربوط بجهاز تشتت الطاقة السينية من نوع Zeiss Evo15 الذي يعطينا أطيايف تشتت الطاقة للأشعة السينية الشكل (II-12).



الشكل II-13: جهاز الماسح الضوئي المربوط بجهاز تشتت الطاقة السينية من نوع Zeiss Evo15.

## الفصل III:

دراسة النتائج وتحليلها

### تمهيد:

سنقوم في هذا الفصل بعرض النتائج المتحصل عليها بواسطة الأشعة السينية والأشعة تحت الحمراء لرمال منطقة العراير الوادي، وللعينات المتأثرة بمختلف درجات الحرارة ومعالجتها بواسطة برامج خاصة ثم مناقشة كيفية تأثير تركيب الرمل بالتسخين.

### III.1. مناقشة نتائج المتحصل عليها بالأشعة السينية DRX:

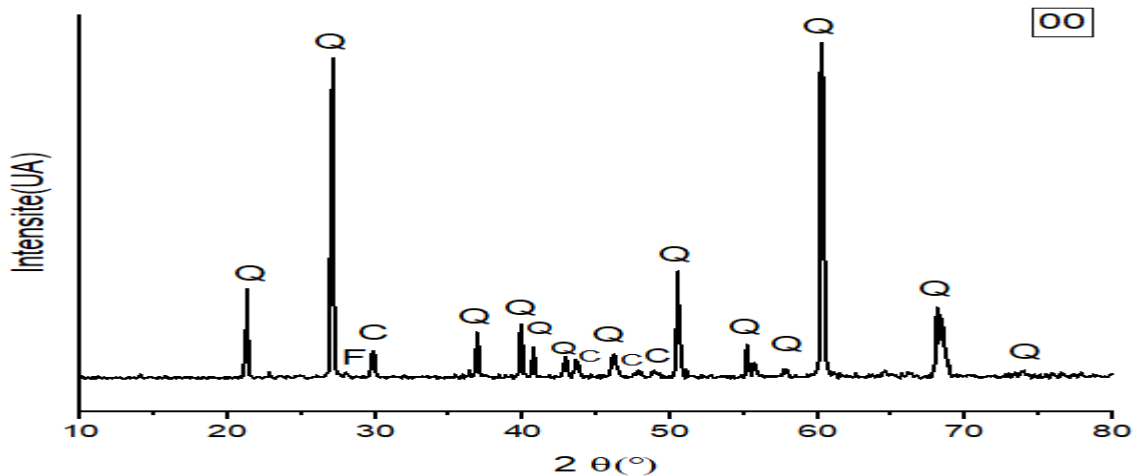
#### III.1.1. النتائج المتحصل عليها بالأشعة السينية لعينة الرمل دون تسخين:

من أجل الحصول على مخطط الانعراج التجريبي للمركبات المدروسة، قمنا بوضع كمية من عينات للمركبات الرمل الاصلية والمسخنة بمختلف درجات الحرارة في جهاز الانعراج الآلي من نوع **PROTO AXRD Benchtop** ذي تركيبة  $2\theta - \theta$  حيث تم تسليط حزمة أشعة سينية خاصة بالنحاس  $K_{\alpha}$  أحادية الطول الموجي  $\lambda_{K\alpha} = 1.54061 \text{ \AA}$  على العينات بخطوة قدرها  $0,1$  درجة على مدى زاوي بين  $10-80$  درجة، ثم تسجل النتائج في مخططات انعراج على شكل ملفات إلكترونية.

عند تعريض العينات المدروسة للأشعة السينية نتحصل على مخططات انعراج على شكل دالة تتغير فيها قيمة الشدة (I) بدلالة الزاوية ( $2\theta$ ).

بعد الحصول على المخططات السابقة تم معالجتها بواسطة برنامج **High Score Plus** [39] فأعطت لنا معلومات عن التراكيب البلورية الموجودة بالعينات المدروسة.

الشكل III.1. يمثل مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة الأصلية دون تسخين من رمل كثنان منطقة عراير بالبياضة - الوادي.



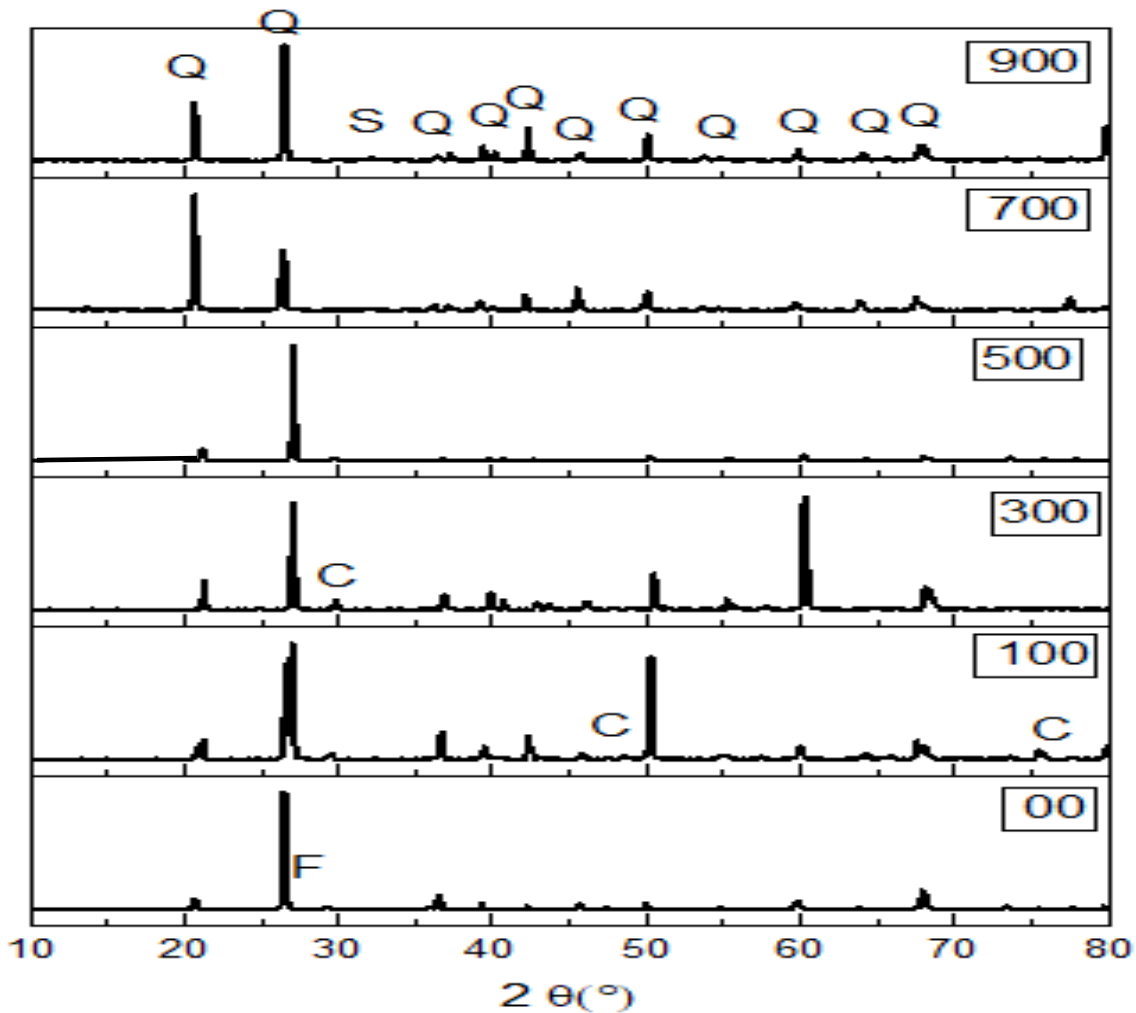
الشكل III.1. مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة الأصلية.

### الفصل III. دراسة النتائج وتحليلها

معالجة هذا المخطط بواسطة برنامج High Score Plus بينت أن رمل كثبان البيضاء الوادي في حالته الطبيعية يتميز بطبيعة بلورية عالية بسبب وجود مادة الكوارتز، وهذا ما دلت عليه قيم انعراج  $2\theta$ :  
21,21 - 26,97 - 36,91 - 39,79 - 40,83 - 42,73 - 46,22 - 50,28  
55,21 - 57,84 - 60,25 - 68,54 - 73,64 - 75,48 الممثلة لماده الكوارتز  $SiO_2$  [36,49]  
أما عند القمم: 29,79 - 43,70 - 47,87 - 48,87 الممثلة لماده الكالسيت  $CaCO_3$  [38].  
والقمة: 28,16 فهي ممثلة لماده الفاسبير  $CaAl_2Si_2O_8$  [50].

#### III. 2.1. مقارنة بين مخططات انعراج الأشعة السينية للعينات المسخنة المدروسة:

الشكل III. 2. يمثل مخططات انعراج الأشعة السينية للعينات المسخنة المدروسة، وقد وضعت المخططات فوق بعضها قصد تسهيل مقارنتها وإظهار الاتفاقات والتباينات بينها.



الشكل III. 2. مخططات انعراج الأشعة السينية للعيينة الأصلية والعيينات المسخنة المدروسة.

### الفصل III. دراسة النتائج وتحليلها

من خلال هذه المخططات يتبين أن للتسخين تأثير في تغيير التراكيب البلورية للرمل وتحليل النتائج ببرنامج High Score Plus يمكن تلخيص هذه التغيرات.

إن التسخين حتى الدرجة  $500^{\circ}\text{C}$  أدى إلى بداية اختفاء الكالسيت وهذا سبب عدم ظهور الزوايا  $47,89 - 48,92$  وباستمرار التسخين حتى الدرجة  $700^{\circ}\text{C}$  لاحظنا اختفاء كامل لزوايا انعراج مادة الكالسيت وظهور قمة انعراج جديدة  $32,23$  تابعة لمادة سيليكات الكالسيوم  $\text{CaSiO}_3$ . وهو ما نلخصه في الجدول 1.III.

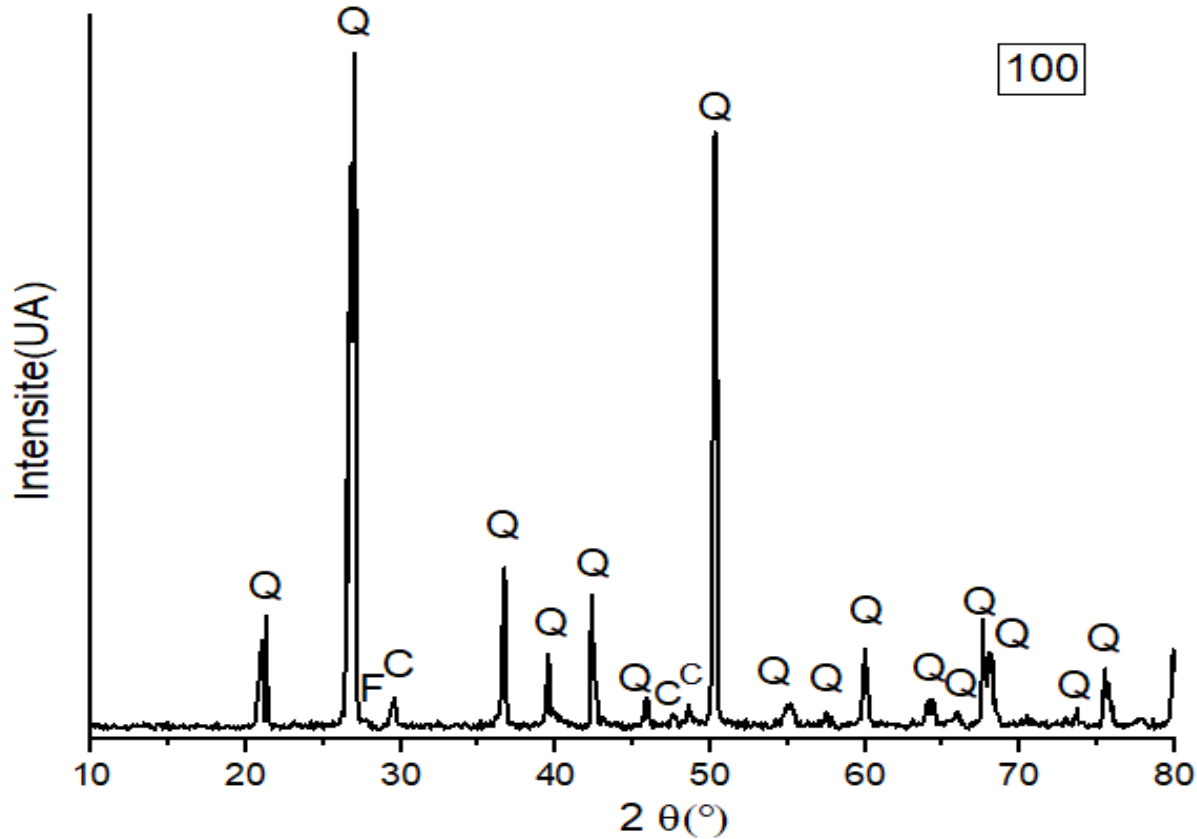
زوايا الانعراج $2\theta$	المركب	العينة الأصلية	العينات المسخنة ( $^{\circ}\text{C}$ )				
			100	300	500	700	900
21,21	كوارتز	+	+	+	+	+	+
26,97	كوارتز	+	+	+	+	+	+
28,16	الفاسيير	+	+				
29,79	كالسيت	+	+	+	+		
32,23	سيليكات الكالسيوم					+	+
36,91	كوارتز	+	+	+	+	+	+
39,79	كوارتز	+	+	+	+	+	+
40,83	كوارتز	+	+	+	+	+	+
42,73	كوارتز	+	+	+	+	+	+
43,70	كالسيت	+	+	+	+		
46,22	كوارتز	+	+	+			
47,87	كالسيت	+	+	+			
48,87	كالسيت	+	+	+			
50,28	كوارتز	+	+	+	+	+	+
55,21	كوارتز	+	+	+	+	+	+
57,84	كوارتز	+	+	+			
59,68	كوارتز					+	+
60,25	كوارتز	+	+	+	+	+	+
68,54	كوارتز	+	+	+	+	+	+
73,72	كوارتز	+	+	+	+	+	+
77,87	كوارتز				+	+	+

الجدول 1.III. التحليل النوعي لنتائج انعراج الأشعة السينية للعينة الأصلية والعينات المسخنة.

الإشارة (+) تشير لوجود المركب في العينة

III. 3.1. النتائج المتحصل عليها بالأشعة السينية لعينة الرمل المسخنة بالدرجة  $100C^{\circ}$ :

الشكل III. 3. يمثل مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة المسخنة بالدرجة  $100C^{\circ}$ .



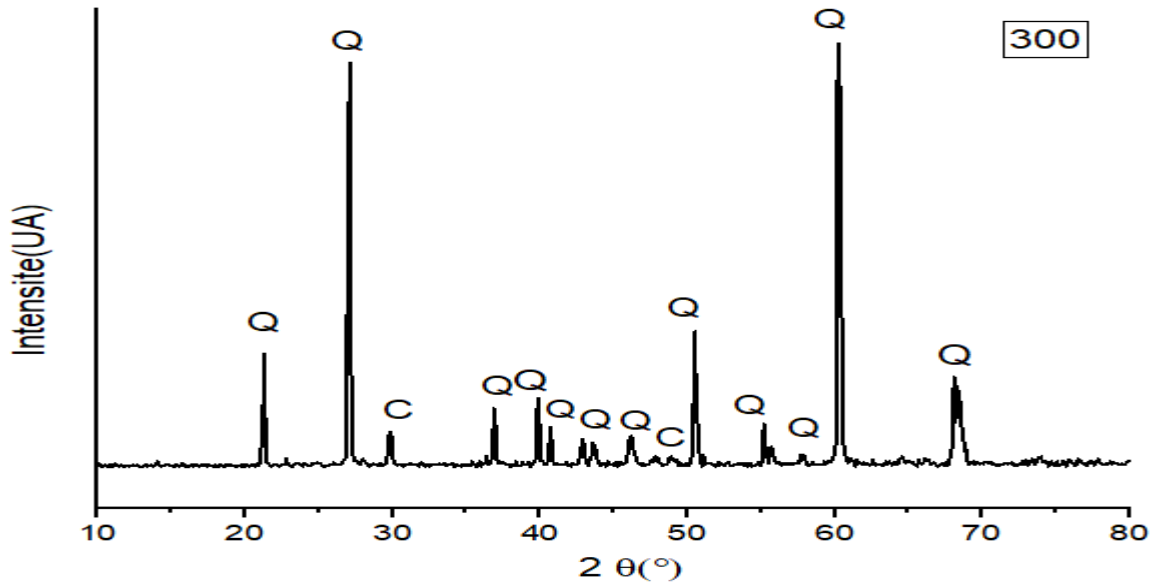
الشكل III. 3. مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة المسخنة بالدرجة  $100C^{\circ}$

معالجة هذا المخطط ببرنامج High Score Plus بين أن العينة المسخنة بالدرجة  $100C^{\circ}$  لم تتأثر

بالتسخين وبقي لها نفس تركيب العينة الأصلية.

III. 4.1. النتائج المتحصل عليها بالأشعة السينية لعينة الرمل المسخنة بالدرجة  $300C^{\circ}$ :

الشكل III. 4. يمثل مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة المسخنة بالدرجة  $300C^{\circ}$



الشكل III.4. مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة المسخنة بالدرجة  $300^{\circ}\text{C}$

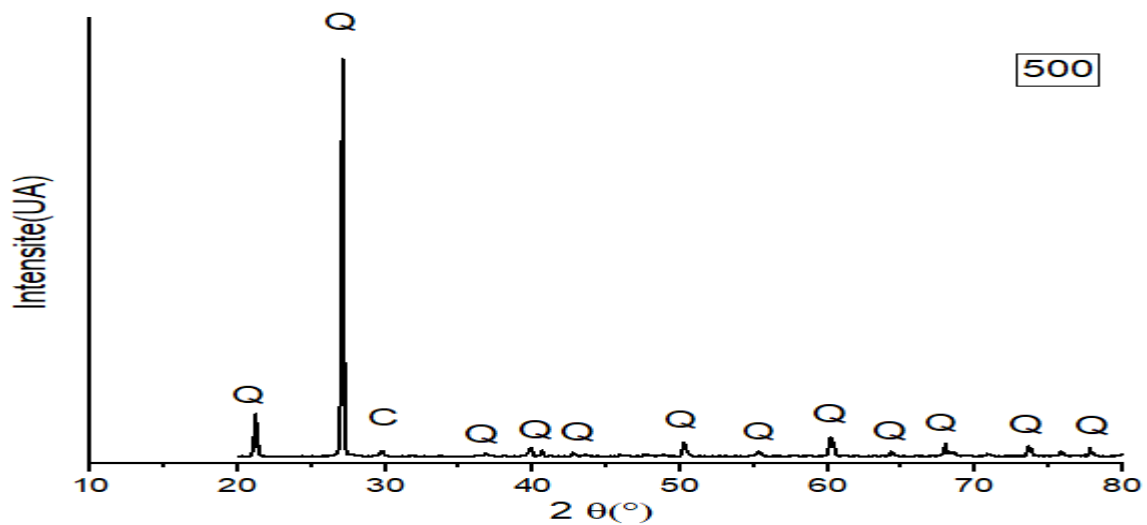
معالجة هذا المخطط ببرنامج High Score Plus بين أن العينة المسخنة بالدرجة  $300^{\circ}\text{C}$  بقي لها

نفس تركيب مواد العينة المسخنة بالدرجة  $100^{\circ}\text{C}$  مع حدوث تغير في قمم انعراج الكوارتز، حيث

ظهرت القمة  $43,77$  واختفت القمم  $64,27 - 65,93 - 73,64 - 75,48$ .

III.5.1. النتائج المتحصل عليها بالأشعة السينية لعينة الرمل المسخنة بالدرجات  $500^{\circ}\text{C}$ :

الشكل III.5. يمثل مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة المسخنة بالدرجة  $500^{\circ}\text{C}$ :

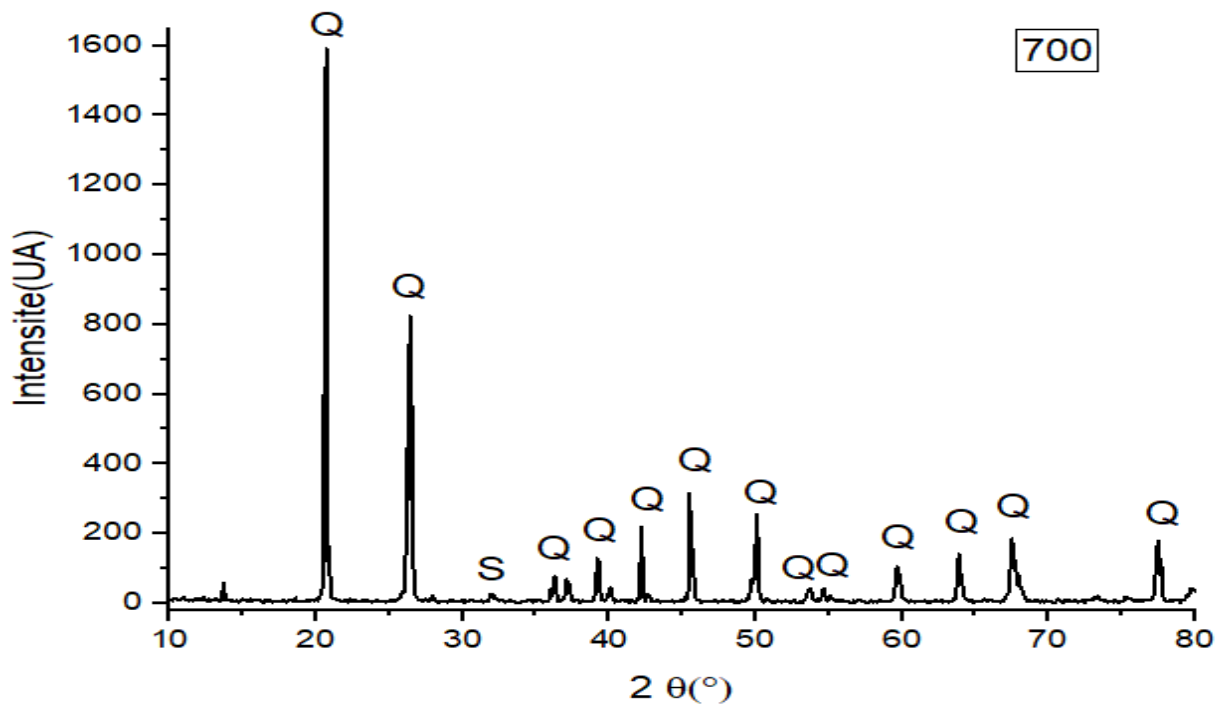


الشكل III.5. مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة المسخنة بالدرجة  $500^{\circ}\text{C}$ .

معالجة هذا المخطط ببرنامج High Score Plus بين أن التسخين عند  $500^{\circ}\text{C}$  أدى لظهور القمتين  $73,72 - 77,87$  واختفاء القمم  $46,22 - 57,84 - 65,93$  لمادة الكوارتز وأدى أيضا لاختفاء القمتين  $47,98 - 48,92$  المتعلقة بمادة الكالسيت وهذا ما يدل على بداية تحول مادة الكالسيت.

### III. 6.1. النتائج المتحصل عليها بالأشعة السينية لعينة الرمل المسخنة بالدرجات $700^{\circ}\text{C}$ :

الشكل III. 6. يمثل مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة المسخنة بالدرجة  $700^{\circ}\text{C}$ :

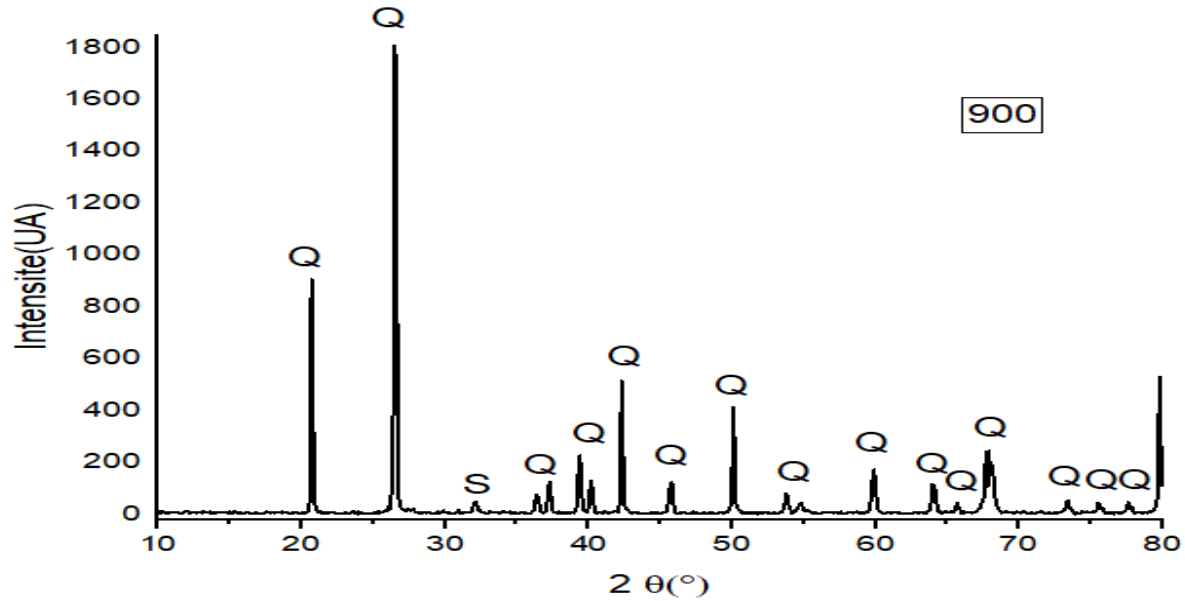


### الشكل III. 6. مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة المسخنة بالدرجة $700^{\circ}\text{C}$

معالجة هذا المخطط ببرنامج High Score Plus بين أن التسخين عند  $700^{\circ}\text{C}$  أدى لظهور قمتين جديدتين للكوارتز  $37,21 - 59,68$  واختفاء كل قمم الكالسيت ، وظهور قمة جديدة هي  $32,23$  التي تدل على ظهور مركب جديد هو سيليكات الكالسيوم  $\text{CaSiO}_3$ .

III 7.1. النتائج المتحصل عليها بالأشعة السينية لعينة الرمل المسخنة بالدرجات  $900^{\circ}\text{C}$ :

الشكل III 7. يمثل مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة المسخنة بالدرجة  $900^{\circ}\text{C}$ :



الشكل III 7. مخطط انعراج الأشعة السينية للعينة المسخنة بالدرجة  $900^{\circ}\text{C}$

معالجة هذا المخطط ببرنامج High Score Plus بين أن العينة المسخنة بالدرجة  $900^{\circ}\text{C}$  لها نفس

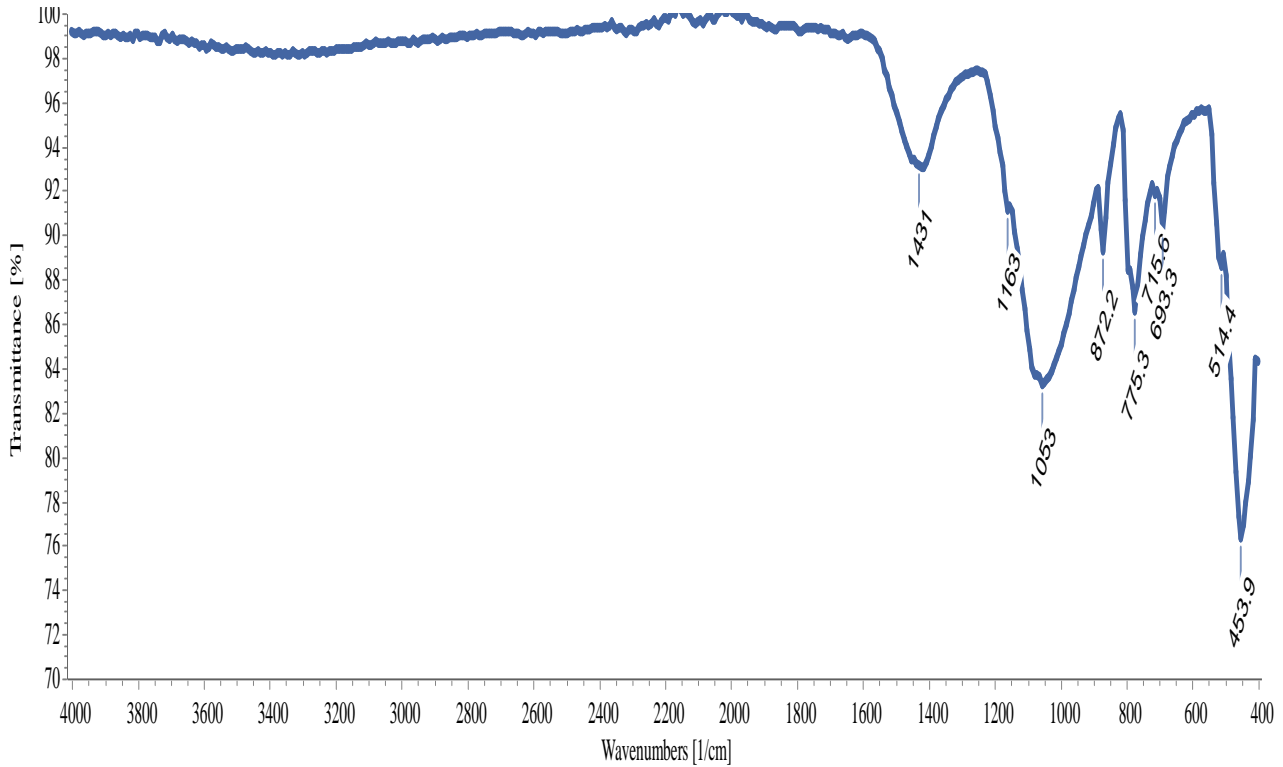
تركيب العينة المسخنة بالدرجة  $700^{\circ}\text{C}$ .

III 2. مناقشة نتائج مطيافية الامتصاص بالأشعة الحمراء:

سمح لنا جهاز الأشعة تحت الحمراء بتسجيل مختلف مخططات أطيف الأشعة تحت الحمراء على عينات الرمل المدروسة. وبعدها تم معالجة هذه المخططات بواسطة برنامج **Origine Pro** فأعطت لنا معلومات عن التراكيب البلورية الموجودة بالعينات المدروسة.

الشكل III 8. يعرض طيف الأشعة تحت الحمراء لعينة الرمل المأخوذة من منطقته العراير بالبياضة

الوادي دون تسخين.



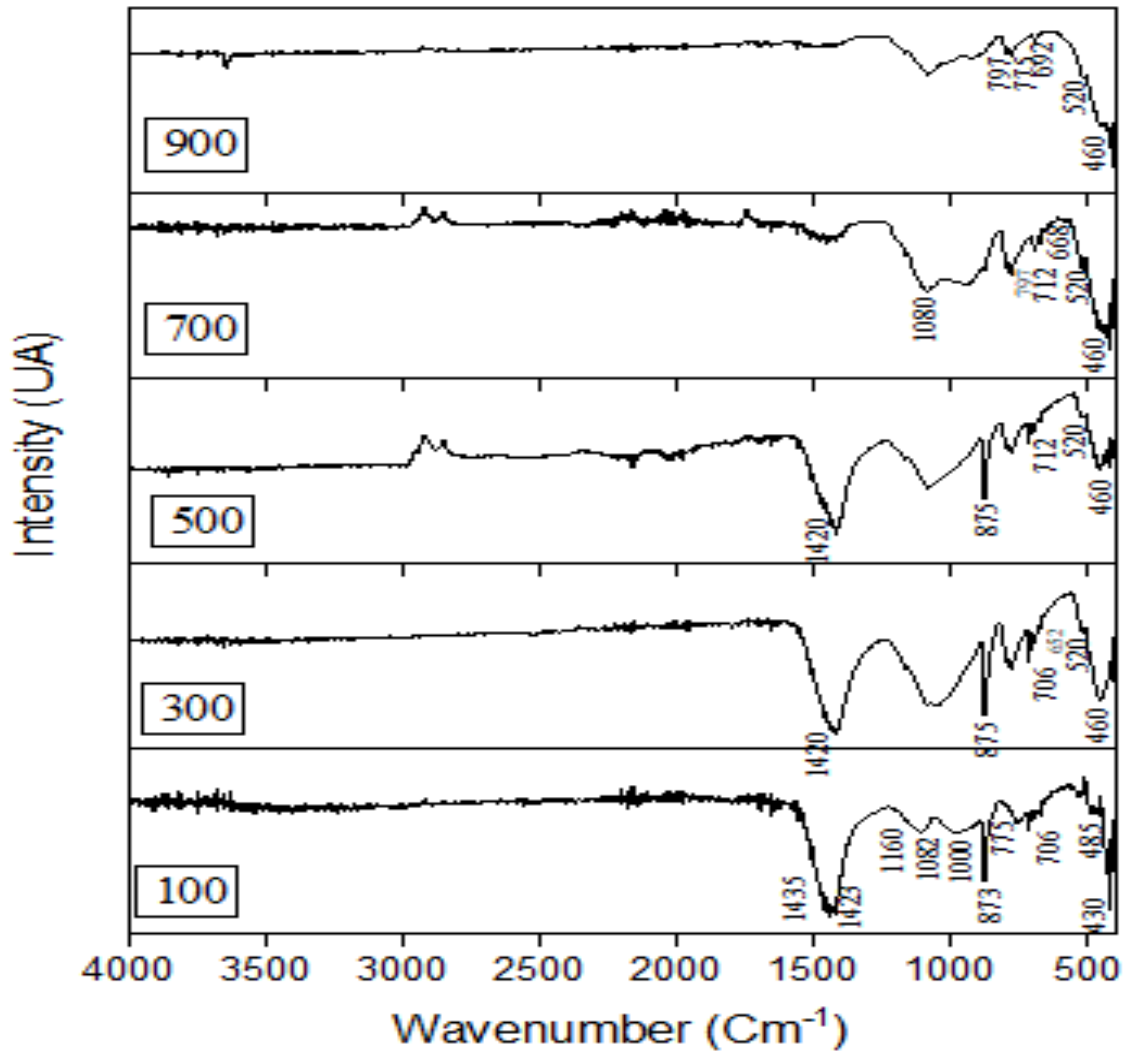
### الشكل III.8. طيف الأشعة تحت الحمراء لعينه الرمل الأصلية.

معالجة هذا المخطط بواسطة برنامج **Origine Pro** بينت أن رمل كثبان البياضة الوادي في حالته الطبيعية يحتوي على كمية كبيرة من الكوارتز وماده الكالسييت. حيث لوحظت أشرطة الامتصاص الموجودة في المجال من  $400\text{cm}^{-1}$  إلى  $1500\text{cm}^{-1}$  قمما شديدة.

وهذا ما يؤكد صحة النتائج المتحصل عليها بتقنية انعراج الأشعة السينية وذلك لأن رمل كثبان منطقته العراير بالوادي في الحالة الطبيعية يحتوي على كميات كبيرة من الكوارتز المشبع والكالسييت وهذا ما دل أشرطه الامتصاص:

1431 – 872 - 712 و [51،52] للكوارتز 1163 - 1080 - 798 - 775 - 693 - 514 - 453 للكالسييت [55،54،53].

وبعد تعريض العينات للتسخين بدرجات مختلفة لمدة 24 ساعة متتالية فإنه ظهر التأثير واضحا على تركيب رمل الكثبان كما هو موضح في مخططات طيف الأشعة الحمراء لدرجات التسخين المختلفة:



الشكل III. 9. طيف الأشعة تحت الحمراء لعينات الرمل المسخنة.

من خلال هذه المخططات يتبين أن للتسخين تأثير في تغيير التراكيب البلورية للرمل وتحليل النتائج ببرنامج **Origine Pro** يمكن تلخيص هذه التغيرات.

إن التسخين حتى الدرجة  $700^{\circ}\text{C}$  أدى إلى تحول الكالسيت وهذا سبب اختفاء أشربة الامتصاص  $1431 - 873 - 712$  التابعة لمادة الكالسيت وباستمرار التسخين حتى الدرجة  $700^{\circ}\text{C}$  أدى إلى تحول كامل مادة الكالسيت.

### الفصل III. دراسة النتائج وتحليلها

وبما يلي الجدول هذا يلخص مضامين أطياف الامتصاص السابقة التحليل النوعي :

القيمة cm <sup>-1</sup>	الرابطة الجزئية	المركب	العينة الأصلية	العينات المسخنة (C <sup>0</sup> )				
				100	300	500	700	900
1431	C=O	كالسيت	x	xxx	xxx	xxx		
1160	Si-O	كوارتز	x	x	x	x	x	x
1082	Si-O	كوارتز	x	xx	xx	xx	xx	xx
873	C=O	كالسيت	xxx	xxx	xxx	xxx		
798	Si-O	كوارتز	x	x	x	x	x	x
775	Si-O	كوارتز	xx	xx	xx	xx	xx	xx
712	C=O	كالسيت	xx	x	x	x		
693	Si-O	كوارتز	x	x	x	x	x	x
454	Si-O	كوارتز	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

الجدول III.2. التحليل النوعي لنتائج الأشعة تحت الحمراء للعينة الأصلية والعينات المسخنة.

### III. 3. التحليل الطيفي للأشعة السينية المشتتة للطاقة :

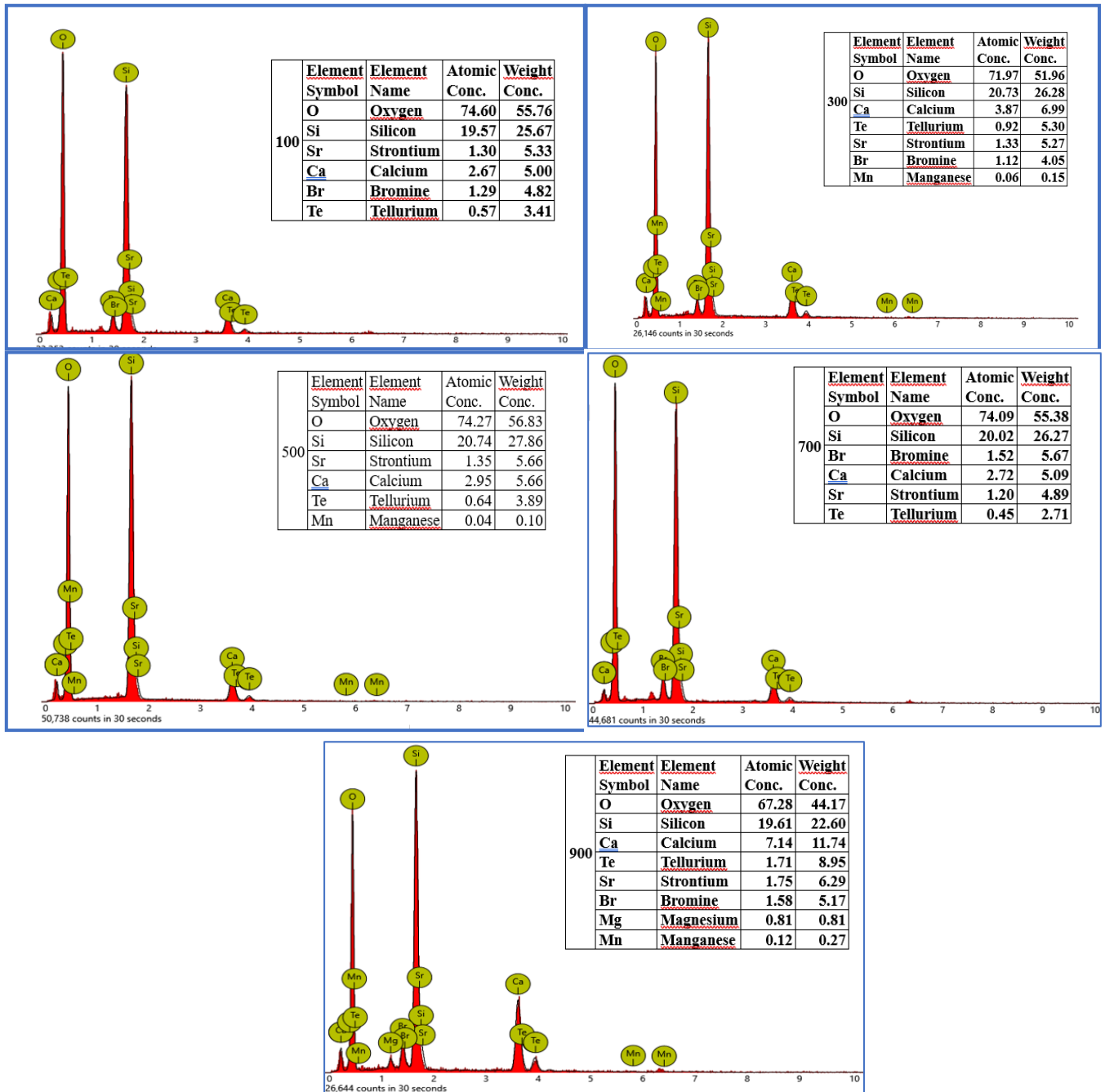
من أجل التحقق من التركيب الكيميائي للعناصر الكيميائية ونسبة تواجدتها في عينات الرمل المسخنة بمختلف درجات الحرارة، قمنا باخذ كمية قليلة من مسحوق العينة المحضرة بطريقة المحلول-هلام ووضعها على طبقة رقيقة من الكربون ثم وضعها داخل الجهاز من أجل تحليلها.

تُظهر نتائج الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX) لعينات الرمل المسخنة بمختلف درجات الحرارة الموضحة في الشكل أن التحليل العنصري لعينات الرمل يكشف عن محتويات عالية من السيليكون (Si) والأكسجين (O) ، مع محتوى أقل من الألومنيوم، المغنيزيوم، الكالسيوم. تتوافق نتائج EDX مع النتائج السابقة وتؤكد سيطرة معدن الكوارتز (SiO<sub>2</sub>) في عينة الرمل المدروسة.

من خلال هذا الشكل نلاحظ جميع العناصر الكيميائية بقيت متواجدة في جميع درجات الحرارة مع اختلاف في النسب الكتلية فقط.

### الفصل III. دراسة النتائج وتحليلها

تدعم هذه النتائج الفرضية التي تشير إلى أن رمل الوادي يحتوي على كمية كبيرة من الكوارتز، بالإضافة إلى درجة عالية من التبلور وخصائص بلورية محددة. ومع ذلك، نظرًا لوجود نسبة منخفضة نسبيًا من الشوائب في رمل الوادي، فإنه غير كافٍ للاستخدام المباشر في إنتاج السيليكون النقي المستخدم في الألواح الشمسية. لذلك يحتاج إلى بعض المعالجة الكيميائية لتحقيق أفضل النتائج في إنتاج السيليكون للتطبيقات الكهروضوئية.



# خلاصة عامة

### الخلاصة العامة:

الرمال تغطي مساحات شاسعة من مدينة الوادي حيث تعتبر هذه المادة من أهم الموارد الطبيعية المتوفرة والتي يمكن استغلالها والاستفادة منها. فهي مادة أولية يعتمد عليها في النانو تكنولوجيا لصناعة الألواح الشمسية والألياف البصرية وكذلك في الصناعة كتصفية المياه والبناء. ويهدف تبيين الأهمية العلمية لرمال الكثبان ونظرا لنسبة الكوارتز الكبيرة الموجودة فيها قمنا في هذا العمل بدراسة بنية مادة الرمل بمنطقة البياضة بالوادي وبنية الرمل أيضا بعد تسخينه بدرجات حرارة مختلفة، وذلك باستخدام مطيافية الأشعة تحت الأحمر وحيود الأشعة السينية.

ففي الفصل الأول قدمنا لمحة عامة حول الرمل والكثبان الرملية وخصائصها. كما تطرقنا لبنية وخصائص الكوارتز كمكون أساسي للرمل.

أما الفصل الثاني فتطرقنا فيه إلى الطرق الطيفية المستعملة في الدراسة ألا وهي مطيافية الامتصاص للأشعة ما تحت الحمراء FTIR وحيود الأشعة السينية XRD ومبدأ عمل كل منهما.

وفي الفصل الثالث قمنا بتحليل ومناقشة النتائج المتحصل عليها من تحليل عينة رمل من كثبان منطقة عراير بالبياضة الوادي. أكدت النتائج التجريبية المتحصل عليها من مطيافية امتصاص الأشعة ما تحت الحمراء FTIR وحيود الأشعة السينية XRD ما يلي :

1. رمل منطقة البياضة يتكون أساسا من مادة الكوارتز  $SiO_2$  و الكالسيت  $CaCO_3$  والفاسبير  $CaAl_2Si_2O_8$ .

2. عند التسخين بالدرجات  $100C^\circ$ ,  $300C^\circ$ ,  $500C^\circ$  لم يؤثر على تركيبة الرمل.

3. عند التسخين بالدرجات  $700C^\circ$ ,  $900C^\circ$  نلاحظ اختفاء الكالسيت وظهور مادة جديدة هي مادة سيليكات الكالسيوم  $CaSiO_3$ .

4. الأشعة تحت الحمراء أثبتت وجود الروابط الكيميائية لمادة الكوارتز و الكالسيت في العينة الأصلية وعند الدرجات  $100C^\circ$ ,  $300C^\circ$ ,  $500C^\circ$ .

5. عند التسخين بالدرجات  $700C^{\circ}$ ,  $900C^{\circ}$  نلاحظ اختفاء الروابط الكيميائية للكالسيت.

6. التحليل الطيفي للأشعة السينية المشتتة للطاقة أثبتت تواجد عنصري الأكسجين O والسيليكون Si بنسب عالية مع تواجد عناصر كيميائية أخرى بنسب ضعيفة .

وبحوصلة هذه النتائج نكون قد رأينا تأثير درجة الحرارة على التركيب الجزيئي والبنوي لرملة كثنان منطقة عراير بالبيضة الوادي من خلال طرق التحليل الطيفي الموجهة لمثل هذه البحوث المهمة، واستنتاج بعض الخصائص التي تميز مكونات الرمل.

وبعد إتمام هذه الدراسة فإننا نسجل التطلعات والآفاق التالية:

- استخلاص مادة الكوارتز من رمل كثنان الوادي.
- استخلاص السيلسيوم النقي للأبحاث النانومترية.
- إنتاج مادة سيليكات الكالسيوم.

لتكون مجال بحث ودراسة في المستقبل من أجل تحسين وتدعيم النتائج المتحصل عليها، وكذلك زيادة التطبيقات العلمية والرفع من كفاءة الموارد الطبيعية من جهة.

# المصادر والمراجع

## قائمة المصادر المراجع

- [1] Al-Sanad H.A, Ismael N.F, Nayfeh A.J (1993) Geotechnical properties of dune sands in Kuwait, Engineering Geology, 34: 45-52
- [2] مشري م .ع - دراسة أثر المعالجة الحرارية على تركيب رمل كثبان ورقلة وعلى ناقليته الكهربائية باستخدام الطرق الطيفية كلية الرياضيات وعلوم المادة -جامعة قاصدي مرباح- ورقلة- ص 2
- [3] Y. Shao. Physics and Modelling of Wind Erosion. 2ed revised and expanded edition. Atmospheric and oceanographic sciences Library. Vol.37,2008
- [4] Benna Y, Bedjou S , Gueltahe B , Braray A (2006) Valorisation des sables de dune : Applications aux sables des régions de Ouargla et de Boussaada.National Center of Studies and Integrated Researchs (CNERIB)
- [5] Khakha Y, Chafou A (2014) Contribution à l'étude Minéralogique et géotechnique des sables de l'erg oriental de Ouargla [6] Selkh C (2012) Contribution à l'étude phytoecologique du pourtour de l'erg occidental
- [7] الكتاب المدرسي، الديوان الوطني للمطبوعات المدرسية الجزائر 1994-1995
- [8] البارودي أ. ف. كتاب أطلس السياحة الجيولوجية في دولة الإمارات العربية ص 91.
- [9] الموسوي ح. ع. خ والقريشي م. ر. ح 2015. جيومورفولوجية الكثبان الرملية في شرق محافظة واسط مجلة كلية التربية، العدد 21، ص149.
- [10] دغاب ص. كتاب الكثبان الرملية. مادة العلمية مركز البحوث الزراعية بمصر 2003.

- [11] حسين خليف الموسوي. صفا غني عبد الواحد .مجلة كلية التربية.العدد الثاني والعشرون  
جامعة واسط.الأشكال الأرضية المتأثرة بالرياح غرب محافظة واسط
- [12] H. Tsoar. Department of Geography and Environmental.Development  
Ben-Gurion University of the Negev Beer-Sheva 84105 Types of Aeolian  
Sand Dunes and Their Formation
- [13] بن عيفان الحارثي ع ,مقرر المخاطر الجيولوجية, قسم الجيولوجيا الهندسية والبيئة, كلية علوم  
الأرض ،جامعة الملك عبد العزيز , المملكة العربية السعودية.
- [14] Bigelow A. Bowman C . Cassel D k (2004) ,Physical properties of sand  
amended with inorganic materials. USGA Turf grass and Environmental  
Research online.vol 3,Num 6.
- [15] D. Zhang , Morphology and dynamics of star dunes from numerical  
modeling. Clément Nartea<sup>1</sup> \*, Olivier Rozier<sup>1</sup> and Sylvain Courrech  
du Pont. Vol.5, NO.7,2012, Pages463-467.
- [16] Al-abadi L (2009) Study of the optical characters of quartz minerals and  
the disclosure of its presence in some soils sediments. Euphr. J. Agric. Sci  
1 (3)73–80
- [17] <https://en.wikipedia.org> (Version 01/2016)
- [18] غويل بوجمعة ( 2010)تحضير و دراسة مساند للأغشية انطلاقا من مواد خزفية، مذكرة  
ماجستير في البنية المجهرية وميكانيك المواد، جامعة باتنة
- [19] Anbalagana G, Prabakaramb A.R , Gunasebaramb S ( 2010) Spectroscopic  
characterization of Indian stander sand. Journal of applied spectroscopy 77  
(1):86-94

- [20] مشري م ع -دراسة أثر المعالجة الحرارية على تركيب رمل كثبان ورقلة وعلى ناقلتيه الكهربائية باستخدام الطرق الطيفية- كلية الرياضيات وعلوم المادة -جامعة قاصدي مرباح- ورقلة-ص 12،13،14
- [21] <https://crys.tallography365.wordpress.com/sturctures> (Version 01/2016)
- [22] كنان ز. ع. مكنيك التربة DELTA TEAM HAMA CIVIL ENGINEERING
- [23] نجيب النمر ع. دراسة تأثير نسبة المواد الناعمة على السلوكية الانضغاطية للتربة الرملية. أطروحة ماجستير. 201.
- [24] مظفر الموصلي. تحليل التربة والنبات والماء. دار اليازوري العلمية
- [25] مشري م. ع - دراسة أثر المعالجة الحرارية على تركيب رمل كثبان ورقلة وعلى ناقلتيه الكهربائية باستخدام الطرق الطيفية كلية الرياضيات وعلوم المادة -جامعة قاصدي مرباح- ورقلة-ص 20-21
- [26] دراه مصطفى احمد إبراهيم، التصوير بالأشعة السينية -بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس -جامعة السودان
- [27] سعد الله ف و صوالح احميمه ح- تحضير ودراسة الأغشية الرقيقة لكبريتيد الرصاص المحضرة بطريقة حمام الكيميائي- كلية العلوم الدقيقة جامعة الشهيد حمة لخضر بالوادي
- [28] لبيهي ع، جديعي ع، تحضير ودراسة مادة السليكا النانومترية من الرمل لمنطقة الوادي، جامعة الوادي. 2021/2020.
- [29] صباح محمود امان الله وعبد السميع فوزي عبد العزيز. كتاب أساسيات فيزياء ذرية.
- [30] الباب الخامس، حيود الأشعة السينية في البلورات
- [31] مشري م. ع - دراسة أثر المعالجة الحرارية على تركيب رمل كثبان ورقلة وعلى ناقلتيه الكهربائية باستخدام الطرق الطيفية كلية الرياضيات وعلوم المادة -جامعة قاصدي مرباح- ورقلة-ص 30

- [32] محمود نصرالدين ، الأشعة السينية وبعض تطبيقاتها ، الهيئة العربية للطاقة الذرية ، تونس 2008 ص 14
- [33] محمود نصرالدين، الأشعة السينية وبعض تطبيقاتها، الهيئة العربية للطاقة الذرية ، تونس 2008 ص 136،160،169
- [34] مشري م .ع - دراسة أثر المعالجة الحرارية على تركيب رمل كثبان ورقلة وعلى ناقلتيه الكهربائيه باستخدام الطرق الطيفية كلية الرياضيات وعلوم المادة -جامعة قاصدي مرباح- ورقلة-ص 38
- [35] A. Boulmokh. Y Berredjem, K Guerfi,. and A Gheid,2007. Kaolin from DjebelDebbagh Mine Guelma, Algeria. Res J ApplSci, Vol 2, 2007pages435-440
- [36] N. Meftah, M.S. Mahboub, Spectroscopic characterizations of sand dunes minerals of El-Oued (Northeast Algerian Sahara) by FTIR, XRF and XRD analyses, Silicon 12 (1) (2020) 147–153 كوارتز
- [37] منصورى ز. قروطش، "المساهمة في دراسة الخصائص الفيزيائية و الكيمائية لرمال ووردة الرمال منطقة الراشدي بالحجيرة"، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر جامعة الوادي -2020.
- [38] Sayhia Benchaa; Rachid Gheriani; Abderrahim Achouri; Hamza Bouguettaia; Mohammed Laïd Mechri Structural characterizations of dune sand and construction sand of Sidi Slimane and Zaouia El Abidia areas in the Touggourt region in southeast Algeria -Arabian Journal of Geosciences.2021.
- [39] Speakman, Scott A. "Profile Fitting for Analysis of XRPD Data using HighScore Plus v3." Massachusetts Institute of Technology, Cambridge MA (2012).
- [40] D. Louër, La diffraction des rayons X par les poudres cent ans après Röntgen, Le Journal de Physique IV 6(C4) (1996) C4-57-C4-69.

- [41] M. Lee, X-Ray diffraction for materials research: from fundamentals to applications. 2017, Apple Academic Press.
- [42] S. Vives, E. Gaffet, C. Meunier, X-ray diffraction line profile analysis of iron ball milled powders, *Materials Science and Engineering: A* 366(2) (2004) 229-238.
- [43] R.N. Jones, C. Sandorfy, *Technique of organic chemistry, Chemical Applications of Spectroscopy* 9 (1956) 247.
- [44] S.K. Kulkarni, S.K. Kulkarni, *Nanotechnology: principles and practices*, Springer 2015.
- [45] D.E. Newbury\*, N.W. Ritchie, Is scanning electron microscopy/energy dispersive X-ray spectrometry (SEM/EDS) quantitative?, *Scanning* 35(3) (2013) 141-168.
- [46] T. Vo-Dinh, *Handbook of spectroscopy*, John Wiley & Sons 2006.
- [47] J.I. Goldstein, D.E. Newbury, J.R. Michael, N.W. Ritchie, J.H.J. Scott, D.C. Joy, *Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis*, Springer 2017.
- [48] M. Scimeca, S. Bischetti, H.K. Lamsira, R. Bonfiglio, E. Bonanno, Energy Dispersive X-ray (EDX) microanalysis: A powerful tool in biomedical research and diagnosis, *European journal of histochemistry: EJH* 62(1) (2018).
- [49] S. Beddiaf, S. Chihi, Y. Leghrieb, The determination of some crystallographic parameters of quartz, in the sand dunes of Ouargla, Algeria, *J. African Earth Sci.* 106 (2015) 129–133.
- [50] N. Meftah, A. Hani, A. Merdas, C. Sadik, A. Sdiri, A holistic approach towards characterizing the El-Oued siliceous sand (eastern Algeria) for potential industrial applications, *Arab. J. Geosci.* 14 (23) (2021) 1–14.

- [51]S. Gnanasaravanan, P. Rajkumar, Characterization of minerals in natural and manufactured sand in Cauvery River belt, Tamilnadu, India, Infrared Physics & Technology, Vol. 58, May 2013, Page 21–31.
- [52]S. Sivakumar, R. Ravisankar, A. Chandrasekaran, J. P. P. Jebakumar, FT-IR spectroscopic studies on coastal sediment samples from nagapattinam district, tamilnadu, india, International Research Journal of Pure & Applied Chemistry, Vol. 3, N<sup>o</sup>.4 , 2013, Page 366 -376.
- [53]Gnanasaravanan, S., and P. Rajkumar. "Characterization of minerals in natural and manufactured sand in Cauvery River belt, Tamilnadu, India." Infrared Physics & Technology 58 (2013): 21-31.
- [54]Boev, Blazo, Gligor Jovanovski, and Petre Makreski. "Minerals from Macedonia. XX. Geological setting, lithologies, and identification of the minerals from Rzanovo Fe-Ni deposit." Turkish Journal of Earth Sciences 18.4 (2009): 631-652.
- [55]Jovanovski, Gligor, et al. "Minerals from Macedonia IV. Discrimination between some carbonate minerals by FTIR spectroscopy." Min. Abh 404 (2002): 1-13.

### المخلص:

في هذا العمل تم دراسة اثر المعالجة الحرارية على رمل كثبان منطقة عراير بالياضة- الوادي و ذلك باستعمال تقنية التحليل الطيفي و المتمثلة في مطيافية الأشعة السينية (DRX) و مطيافية الأشعة تحت حمراء (FTIR). أثبتت كل من DRX و FTIR أن مادة الرمل في هذه المنطقة تتكون أساسا من طورين بلوريين هما الكوارتز (  $\text{SiO}_2$  ) و طور الكالسيت (  $\text{CaCO}_3$  ) بنسبة اقل و من خلال مخططات انعراج الأشعة السينية ومخططات أطيف امتصاص الأشعة الحمراء لمادة الكوارتز والكالسيت للعينات المسخنة وبعد معالجتها ببرنامج HighScorePlus وبرنامج OrignPlus مكنا من معرفة مدى تأثير تغير درجة الحرارة على البنية البلورية لرمل الوادي.

**الكلمات المفتاحية:** الرمل ، الكواتز ، الكالسيت، البنية البلورية، مطيافية الأشعة تحت حمراء.

### **Abstract:**

In this work, the effect of heat treatment on the sand of the dunes of the Araeer in Al-Bayada – ElOued. was studied using spectroscopic analysis technology, represented by X-ray spectroscopy (DRX) and infrared spectroscopy (FTIR). Both DRX and FTIR proved that the sand material in This region consists mainly of two crystalline phases, namely quartz ( $\text{SiO}_2$ ) and the calcite phase ( $\text{CaCO}_3$ ) to a lesser extent. Through X-ray diffraction charts and red-ray absorption spectra charts for quartz and calcite for heated samples and after processing them with the HighScorePlus program and the OrignPlus program, we were able to know the extent of the effect of changing the temperature Heat on the crystalline structure of valley sand.

**Keywords:** sand, quartz, calcite, crystal structure, infrared spectroscopy

